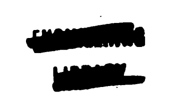

Google

STRECKER

JAHRBUCH DER ELEKTROTECHNIK

VIII. JAHRGANG 1919



JAHRBUCH DER ELEKTROTECHNIK

ÜBERSICHT ÜBER DIE WICHTIGEREN ERSCHEINUNGEN AUF DEM GESAMTGEBIETE DER ELEKTROTECHNIK

UNTER MITWIRKUNG ZAHLREICHER FACHGENOSSEN HERAUSGEGEBEN VON

DR. KARL STRECKER

ACHTER JAHRGANG
DAS JAHR 1919



MÜNCHEN UND BERLIN 1920
DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG

Vorwort.

Das Jahrbuch der Elektrotechnik stellt sich die Aufgabe, über die wichtigeren Ergebnisse und Vorkommnisse des abgelaufenen Jahres zusammenhängend zu berichten. Das große Gebiet ist nach dem aus dem Inhaltsverzeichnis zu ersehenden Plan in Abschnitte zerlegt, und es ist ein zahlreicher Stab Mitarbeiter gewonnen worden, deren jeder ein mit seiner Berufstätigkeit eng zusammenhängendes Gebiet zur Bearbeitung übernommen hat.

Der vorliegende Jahrgang umfaßt die Literatur vom 1. Januar bis 31. Dezember 1919. Noch immer konnte, wie in den Vorjahren, die ausländische Literatur nicht im wünschenswerten Umfang berücksichtigt werden.

Bei den Literaturangaben ist der Raumersparnis wegen die Jahreszahl 1919 (oder die Bandnummer bei Jahresbänden) weggelassen worden. Die benutzten Zeitschriften sind im wesentlichen dieselben geblieben, wie in den Vorjahren. Eine Auswahl der wichtigeren dieser Zeitschriften sind, soweit Raum vorhanden, auf Seite VII und VIII verzeichnet.

Berlin, November 1920.

Strecker.

Inhaltsverzeichnis.

A. Elektromechanik.

Verzeichnis der wichtigsten Zeitschriften.

Abkürzung	Titel der Zeitschrift und Erscheinungsort	Im Jahre 1919 erschienene Bände	Erscheinen[1])
Allg. Automobil-Ztg. .	Allgemeine Automobilzeitung (Berlin)	Jg 20	w
Ann. PTT.	Annales des Postes, des Télégraphes et des Téléphones (Paris)	Jg 8	j 4
Ann. Phys.	Annalen der Physik (Leipzig)	R 4, Bd 58, 59, 60	hm
Arbeiter-Versorg.. . .	Arbeiter-Versorgung (Berlin-Lichterfelde). . . .	Jg 36	m 3
Arch. El.	Archiv für Elektrotechnik (Berlin)	Bd 7, 8	j 12
Arch. Post Telegr. . .	Archiv für Post und Telegraphie (Berlin) . . .	Jg 47	hm
Automobilwelt-Flugw.	Automobilwelt-Flugwelt (Berlin)	Jg 17	w
Ber. D. Chem. Ges. .	Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft (Berlin)	Jg 52	j 18
Berl. Ber.	Sitzungsberichte der Kgl. Preuß. Akademie der Wissenschaften (Berlin)	1919	w
Bull. Bur. Standards	Bulletin of the Bureau of Standards (Washington)	Bd 15	
Bull. Schweiz EV . .	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (Zürich)	Jg 10	m
C. R.	Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences (Paris)	Bd 168, 169	w
Chemikerztg.	Chemiker-Zeitung (Köthen)	Jg 43	w 3
Concordia	Concordia, Zeitschr. d. Zentralstelle f. Volkswohlfahrt (Berlin)	Jg 26	hm
D. Straß. u. Klb. Ztg. .	Deutsche Straßen- u. Kleinbahn-Zeitung (Berlin)	Jg 31	w
El. Anz.	Elektrotechnischer Anzeiger (Berlin)	Jg 36	w 4
El. Kraftbetr.	Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen (München und Berlin)	Jg 17	m 3
El. Masch.-Bau . . .	Elektrotechnik und Maschinenbau (Wien) . . .	Jg 37	w
El. Rev. (Ldn.) . . .	The Electrical Review (London)	Bd 84, 85	w
El. Rlwy. Jl.	Electric Railway Journal (New York).	Bd 53, 54	w
El. World	Electrical World (New York)	Bd 73, 74	w
Elchem. Zschr. . . .	Elektrochemische Zeitschrift (Berlin)	Bd 25	m
Electr. (Ldn.)	The Electrician (London)	Bd 82, 83	w
Elektromobil (Wien) .	Das Elektromobil (Wien).	Jg 4	m
ETZ	Elektrotechnische Zeitschrift (Berlin)	Jg 40	w
Gen. El. Rev.	General Electrical Review (New York)	Bd 22	m
Helios	Helios, Fach- und Export-Zeitschrift für Elektrotechnik (Leipzig)	Jg 25	w
J. Am. Chem. Soc. .	Journal of the American Chemical Society (New York)	Bd 41	m
J. Télégr.	Journal télégraphique (Bern)	Bd 43	m
JB drahtl. Telegr. . .	Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie (Leipzig)	Bd 14	j 8

[1]) j, m, hm, w bedeuten jährlich, monatlich, halbmonatlich, wöchentlich; m 3 = monatlich 3 Hefte.

Abkürzung	Titel der Zeitschrift und Erscheinungsort	Im Jahre 1919 erschienene Bände	Erscheinen
Met. Chem. Eng.	Metallurgical and Chemical Engineering (New York)	Bd 17	m
Meteor. Z.	Meteorologische Zeitschrift (Braunschweig)	Bd 36	m
Mitt. AEG.	Mitteilungen der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft (Berlin)	Jg 15	m
Mitt. BBC.	Mitteilungen von Brown, Boveri & Co. (Mannheim)	Jg 6	m
Mitt. Ver. EW.	Mitteilungen der Vereinigung der Elektrizitätswerke (Dresden)	Jg 18	m
Motorschiff	Das Motorschiff und Motorboot (Berlin)	Jg 16	hm
Naturwiss.	Die Naturwissenschaften (Berlin)	Bd 7	w
P. O. El. Eng. J.	The Post Office Electrical Engineers Journal (London)	Bd 12	j 4
Phil. Mag.	The London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science (London)	R 6, Bd 37, 38	m
Phys. Rev.	The Physical Review (Lancaster u. Ithaca)	R 2, Bd 13	
Phys Z.	Physikalische Zeitschrift (Leipzig)	Jg 20	hm
Proc. Am. Inst. El. Eng.	Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers (New York)	Bd 38	j 12
Proc. Roy. Soc. Ldn.	Proceedings of the Royal Society of London (London)	Reihe A Bd 96	
RGB.	Reichsgesetzblatt	1919	w 4
Schweiz. Bauztg.	Schweizerische Bauzeitung (Zürich)	Bd 73, 74	w
Sozialtechnik	Sozial-Technik (Berlin)	Jg 18	m
Telegr.- u. Fernspr.-Techn.	Telegraphen- und Fernsprechtechnik (Berlin)	Jg 7, 8	m
Verh. D. Phys. Ges.	Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (Braunschweig)	Jg 21	j 24
Wien. Anz.	Anzeiger der Kais. Akademie der Wissenschaften, math.-naturwiss. Klasse (Wien)	1919	
Wien. Ber.	Sitzungsberichte der Kais. Akademie der Wissenschaften, math.-naturwiss. Klasse, Abt. IIa (Wien)	Bd 128	
Z. angew. Chem.	Zeitschrift für angewandte Chemie (Leipzig)	Bd 32	hm
Z. anorg. Chem.	Zeitschrift für anorganische Chemie (Hamburg und Leipzig)	Bd 105, 106 107, 108	
Z. Beleucht.	Zeitschrift für Beleuchtungswesen, Heizungs- u. Lüftungstechnik (Berlin)	Jg 25	m 3
Z. Eisenb. Sicherungswes.	Zeitschrift für das gesamte Eisenbahn-Sicherungswesen (Das Stellwerk) (Berlin)	Jg 14	hm
Z. Elchemie	Zeitschrift für Elektrochemie (Halle a. S.)	Bd 25	hm
Z. Instrk.	Zeitschrift für Instrumentenkunde (Berlin)	Jg 39	m
Z. phys. Chem.	Zeitschrift für physikalische Chemie (Leipzig)	Bd 93	j 18
Z. Ver. D. Ing.	Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure (Berlin)	Bd 63	w
Ztg. Ver. D. Eisenb. Verw.	Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen (Berlin)	Jg 59	w 2

Sonstige Abkürzungen.

DRP, EP, FP, USP, DRGM: Deutsches, englisches, französisches, amerikanisches Patent, deutsches Gebrauchsmuster.
R, Bd, Jg: Reihe, Band, Jahrgang.
JB 1916, 1917: Jahrbuch der Elektrotechnik, Jahrgang 1916, 1917.
AEG, BASF, BBC, EW, GEC, H & B, MAN, MSW, PTR, RWE, S & H, SSW: Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft; Badische Anilin- und Sodafabrik; Brown, Boveri & Co.; Elektrizitätswerke; General Electric Company; Hartmann & Braun; Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg; Maffei-Schwartzkopff-Werke; Physikalisch-Technische Reichsanstalt; Rheinisch-westfälische Elektrizitätswerke; Siemens & Halske; Siemens-Schuckertwerke.



I. Allgemeines.

Die elektrischen Ausstellungen und Messen des Jahres 1919. Von Prof. Dr. Otto Edelmann, Nürnberg. — Vereinswesen und Kongresse. Von Prof. Dr. Otto Edelmann, Nürnberg. — Bildungswesen. Von Prof. Dr. Joseph Epstein, Frankfurt a. M. — Sozial-Technisches. Von G. Osenbrügge, Berlin. — Rechtsverhältnisse der Elektrotechnik. Von Justizrat Dr. O. Zimmer, Berlin. — Technisch-Wirtschaftliches. Von Oberingenieur H. Büggeln, Stuttgart. — Technische Vorschriften und Normalien. Von Generalsekretär Dr.-Ing. ehrh. Georg Dettmar, Berlin.

Die elektrischen Ausstellungen und Messen des Jahres 1919.

Von Prof. Dr. Otto Edelmann.

Es ist immer noch nicht möglich gewesen, die ausländische Literatur in der für diese Berichte wünschenswerten Vollständigkeit zu erhalten. Es wird daher manche Lücke verbleiben müssen bezüglich des ausländischen Ausstellungswesens. Die hervorragendste Fundgrube für das Ausstellungswesen ist wie immer das Jahrbuch der Ständigen Ausstellungs-Kommission für die deutsche Industrie. Die Ausgabe 1919 enthält vor allem eine neue und verbesserte Ausgabe der Ausstellungsbestimmungen. Es wird ein Überblick und ein kritischer Vergleich der in- und ausländischen Messen gegeben, wobei sich ergibt, daß die Leipziger Messe nach wie vor die Führung behauptet und noch an Bedeutung gewonnen hat. Das Jahrbuch ist von der Geschäftsstelle der Ausstellungskommission, Berlin NW. 40, Hindersinstr. 2, zu beziehen[1]) u. [2]).

Deutschland.

Eigentliche Ausstellungen sind sehr wenig gewesen. Es wird berichtet, daß die Telefunken-Gesellschaft in ihrem neuen Geschäftshaus in **Berlin**[3]) eine Dauerausstellung eröffnet hat.

Im übrigen ist nur von den verschiedenen deutschen Messeunternehmungen berichtet worden. An erster Stelle stehen hier die Messen in **Leipzig** (Frühjahrs- und Herbstmesse, verbunden mit Baumesse und Technischer Messe). Auf der Frühjahrsmesse[4]) war von besonderer Bedeutung die Wiederanknüpfung ausländischer Beziehungen. Es waren etwa 8325 ausstellende Firmen gegenüber 4200 in der letzten Friedensmesse im Frühjahr 1914. Es gab Bestellungen im Werte von 212 Millionen Mark lediglich auf Waren, deren Ausfuhr nicht ohne weiteres gestattet ist. Auch war mit der Frühjahrsmesse eine Baumesse[5]) verbunden, die für die Elektrotechnik wegen Baumaschinen, Hebezeugen, Beleuchtungskörpern, Blitzableiteranlagen und Installationen nicht ohne Interesse war. — Außerdem wird unter der Bezeichnung „Entwurf- und Modellmesse“[6]) eine Vermittlungsstelle für Künstler und Fabrikanten eingerichtet. — Die Technische Messe[7]) soll künftig von der Allgemeinen Mustermesse getrennt abgehalten werden. Es wird auf eine Denkschrift des Meßamtes verwiesen. — Über die Technische Messe[8]) ist ein Bericht in der Allgemeinen Verlagsgesellschaft, München NW. 2, erschienen, der eine notwendige Ergänzung für die

Besucher darstellt. — Im allgemeinen war die Leipziger Herbstmesse[9]) von etwa 120000 Personen besucht. — In unserer Fachliteratur finden sich darüber Berichte[10]). — Der vierte Teil der 9000 ausstellenden Firmen konnte der Technischen Messe zugerechnet werden. Dabei ist die Zahl der Firmen der Beleuchtungsbranche noch nicht mit eingerechnet. Es wird hervorgehoben, daß besonders die Italiener für die Elektrotechnik besonderes Interesse zeigten[11]).

In **Frankfurt a. M.** hat die erste internationale Einfuhrmesse stattgefunden. Ausländische elektrotechnische Fabrikate waren indes fast nicht vertreten, hingegen war die deutsche Elektroindustrie in stattlicher Anzahl erschienen[12]).

Eine Rheinische Musterschau in **Köln** wird für 1920 beabsichtigt. Die Geschäftsstelle ist in Köln, Kaiser Wilhelmring 33[13]).

Österreich.

Im ersten Vierteljahr fand in **Wien** eine Ausstellung für Brennstoffersparung in den Räumen des Gewerbeförderungsamtes statt[14]). Von einer elektrohygienischen Ausstellung, ebenfalls in Wien, wird berichtet[15]).

Europäisches Ausland.

Schweiz. Ende April und Anfang Mai hat in **Basel** die Schweizer Mustermesse stattgefunden. Nr. 4 des Bull. der Schweizer Mustermesse stellte sich als Spezialnummer für die Schweizer Elektrizitätsindustrie dar. Daraus sind hervorzuheben die Aufsätze über Bedeutung der Elektrizität und der schweizerischen Volkswirtschaft, schweizerische elektrische Hausindustrie und schweizerische elektrotechnische Spezialindustrie. Es kann auch auf den Katalog der Schweizer Mustermesse Basel hingewiesen werden, der von der Direktion der Mustermesse bezogen werden kann[16]). — Ein Wettbewerb hat stattgefunden für das Gebäude, der sehr bemerkenswerte Ergebnisse hatte[17]).

England. British Scientific Products Exhibition **London** zeigte an elektrischen Gegenständen Magnetzünder, Isoliermaterial, Lampen, Heiz- und Kochapparate. Besonders wurde die Vorführung von technischen und wissenschaftlichen Films erwähnt. Der Zweck der Ausstellung war, das öffentliche Interesse und Zutrauen zu der Fähigkeit der britischen Wissenschaft zu erwecken in Verbindung mit industrieller Unternehmungslust, um eine leitende Stellung unter den fortschrittlichen Nationen aufrecht zu erhalten. Das Mittel dazu sei die volle Klarstellung der geistigen und materiellen Quellen Englands. Besonders wird Bezug genommen auf die elektrischen Zündapparate, welche vor dem Krieg ausschließlich von Deutschland bezogen worden seien, so daß Ersatz dafür der britischen Industrie die größten Schwierigkeiten bereitet hat[18]). — Magnetzünder wurden auch auf der »New British and Key Industries Exhibition« zu **Westminster** im Oktober 1918 gezeigt. Außer einigen elektrotechnischen Neuigkeiten waren verschiedene Metalle, Legierungen davon und feine Meßgeräte zu sehen, von denen besonders eine Meßmaschine hervorgehoben wird mit einer Genauigkeit[19]) bis zu ein Millionstel Zoll. — Eine Ausstellung von Photographien und Illustrationen hat die Röntgen-Gesellschaft in London veranstaltet[20]). — In **Birmingham** wurde eine Ausstellung für Elektrizität im Haus gemeldet, die reichhaltig beschickt gewesen zu sein scheint[21]). — In **Glasgow** war eine Housing and Health Exhibition[22]), ferner eine British Science and Key Industries Exhibition.[22a]) — Eine Straßen- und Transportausstellung wurde im November in **Islington** abgehalten, bei welcher Gelegenheit auch eine Reihe interessanter Vorträge stattfanden. Elektrische Automobile, Elevatoren und Einschlägiges waren zu sehen[23]).

Für das Jahr 1921 wird eine große British Empire Exhibition geplant.[24])

Frankreich. Die Nachrichten von hier sind am spärlichsten. Vorzugsweise in Frankreich ist das Bestreben ausgedrückt, Deutschland vom Wettbewerb bei internationalen Ausstellungen fernzuhalten, so auch bei der Lyoner Messe[25]).

Spanien. Für das Jahr 1923 wird eine Internationale Elektrizitätsausstellung in **Barcelona** angekündigt[26]).

Griechenland. In **Athen** wurde eine Ausstellung englischer Fabrikanten im Oktober eröffnet, der große Bedeutung beigemessen wurde[27]).

Dänemark. In **Kopenhagen** wurde für 1920 eine Automobilausstellung in Aussicht genommen[28]). — Messe in **Fredericia**[29]).

Schweden. Messe in **Malmö**[30]). — In **Stockholm** hat eine »Holländische Woche« mit einer Ausstellung holländischer Erzeugnisse stattgefunden. Darunter waren auch elektrotechnische Erzeugnisse, wie Glühlampen, Leitungsmaterial und Meßinstrumente[31]).

Finnland. Wegen der Schwierigkeit des Reiseverkehrs zwischen Finnland und Deutschland wurde in **Helsingfors** eine Ausstellung deutscher und skandinavischer Preisverzeichnisse veranstaltet[32]).

Norwegen. Eine Elektrizitätsausstellung hat in **Lilliström** bei Kristiania für die Landbevölkerung stattgefunden[33]). — Aus **Kristiania** wird von einer norwegisch-amerikanischen Ausstellung berichtet. Nach dem Bericht der Ständigen Ausstellungskommission wurde besonders die Ausstellung von Westinghouse, ein el. Transportwagen und el. betätigte Luftpumpen hervorgehoben[34]).

Holland. In **Amsterdam** war im Juli die erste holländische Ausstellung für Luftverkehr, die auch Telegraphen- und Telephonapparate und andere Instrumente aufwies[35]). — Die Niederländische Jahresmesse zu **Utrecht** fand Ende Februar und Anfang März statt, während ihrer war der deutschen Industrie Gelegenheit geboten, Propagandamaterial zur Kenntnis der Beschauer zu bringen[36]).

Übersee.

Amerika. Gelegentlich der Jahresversammlung der National Light Association in **Atlantic City** hat eine Spezialausstellung über Beleuchtung stattgefunden[37]). Diese Körperschaft hat auch ein Ständiges Ausstellungskomitee[38]). — In **Olympia** hat eine Shipping, Engineering and Machinery Exhibition stattgefunden. Heizkörper und el. Werkzeuge, drahtlose Telegraphie, lautsprechende Telephone und untertauchbare Elektromotore wurden unter den zahlreichen Ausstellungsgegenständen hervorgehoben[39]). — Ebendort war auch eine Automobilausstellung. Es wird zwar über mangelnde Geschäfte geklagt[40]), doch mit besonderer Befriedigung festgestellt, daß die Wagen der Firma Mercedes und Benz nicht mehr vorgefunden wurden, deutsche und österreichische Motoren seien durch internationale Übereinstimmung von allen ausländischen Ausstellungen ausgeschlossen[41]). — Bei Gelegenheit der Jahresversammlung der Amerikanischen Physikalischen Gesellschaft wurden auch Kriegsarbeiten und Physikalische Apparate ausgestellt in **Washington**[42]). — In **Atlantic City** war eine Ausstellung über moderne Beleuchtung[43]).

1) El. Kraftbetr. S 32. — 2) ETZ S 32. — 3) ETZ S 482. — 4) ETZ S 318. — Helios Exportz. S 585, 738, 833. — 5) Helios Exportz. S 300. — 6) Elektr. S 86. — 7) ETZ S 638. — Elektr. S 38. — 8) Helios Exportz. S 231. — 9) Helios Exportz. S 1830. — 10) ETZ S 417. — Elektr. S 41. — Helios Exportz. S 2035. — 11) ETZ S 559. — 12) ETZ S 456. — Z. Beleucht. S 121. — ETZ S 592. — 13) ETZ S 501. — 14) Z. Ver. d. Ing. S 816, 1130. — Z. Beleucht. S 112. — ETZ S 605. — 15) ETZ S 158. — 16) Bull. Schweiz. EV S 134, 212, 302. — 17) Schw. Bauztg. Bd 73, S 278, 291. — Schweiz. Bauztg. Bd 73, S 211. — 18) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 2, 56. — El. Kraftbetr. S 175. — Electr. (Ldn.) Bd 83, S 97, 122, 148, 177. — El. Rev. (Ldn.) Bd 83, S 155, 177, 221, 247, 273; Bd 85, S 70, 126, 135, 189, 234, 285. — 19) El. Rev. (Ldn.) Bd 83, S 384, 392. — 20) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 623. — 21) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 153. — 22) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 616. — 22a) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 639. — 23) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 615. — 24) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 484. — 25) Z. Ver. d. Ing. S 370. — 26) ETZ S 529. — El. Kraftbetr. S 135. — Helios Exportz. S 877. — 27) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 232. — 28) Helios Exportz. S 2496. — 29) ETZ S 241. — 30) ETZ S 241. — 31) Helios Fachz. S 384. — 32) Helios Exportz. S 1892. — 33) Helios Exportz. S 1342. —

El. Kraftbetr. S 175. — [34]) ETZ S 605. — El. Kraftbetr. S 135. — [35]) ETZ S 193. — [36]) ETZ S 41. — [37]) El. World Bd 73, S 750. — [38]) El. World Bd 73, S 491. — [39]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 396, 418. — El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 424, 473, 506, 542. — [40]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 557. — [41]) El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 613, 666. — [42]) El. World Bd 73, S 648. — [43]) El. World Bd 73, S 800, 853.

Vereinswesen und Kongresse.

Von Professor Dr. O. Edelmann.

Deutschland.

Der Verband Deutscher Elektrotechniker hielt seine Jahresversammlung vom 25. bis 27. September in Stuttgart[1]). Vorträge wurden gehalten über die »Elektrizitätsgesetzgebung«, »Die Entwicklung der Koch- und Heiztechnik«, »Die Bedeutung der Tarife für die Entwicklung ländlicher Stromversorgung« und die »Elektrizitätsverwendung auf dem flachen Lande«. — Über die 24. Jahresversammlung folgte noch ein Bericht nach[2]). — Die Vereinigung der Elektrizitätswerke hatte ihre Hauptversammlung 23. und 24. September zu Nürnberg[3]). Die Hauptthemen bildeten die Einschränkung des Verbrauchs el. Arbeit und die Sozialisierung der Elektrizitätswirtschaft. — Ein Verband Deutscher Elektrizitätswerksbeamter ist im Entstehen begriffen[4]). — Die Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft versammelte sich zum 5. Male am 21. September 1918 in Charlottenburg[5]) und zum 6. Male ebendort[6]). Auf letzter Versammlung wurden von Teichmüller einige neue Formen der Raumwinkel- und Lichtstromkugel, von Wirthwein »Vereinheitlichung der Glühlampentypen« vorgetragen.

Eine Deutsche Gesellschaft für technische Physik wurde am 6. Juni 1919 in Charlottenburg[7]) gegründet. — In der Geschäftsstelle für Elektrizitätsverwertung haben sich organisatorische Änderungen ergeben[8]).

Der Verband der elektrotechnischen Installationsfirmen vereinte sich zur 17. Jahresversammlung am 30. Juni in Halle[9]). Die Sozialisierung und Verstaatlichung der Elektrizitätswirtschaft, Angestellten- und Arbeiterverhältnisse, ortsübliche Gebräuche im elektrotechnischen Installationsgewerbe waren Gegenstände der Verhandlungen. — Der Zentralverband der Deutschen Elektrotechnischen Industrie hielt seine erste Jahresversammlung am 26. Juni 1919 in Berlin[10]). — In Berlin wurde auch eine Vereinigung Deutscher Wecker- und Tableau-Fabrikanten gegründet[11]).

Ein Verband Deutscher Radio-Ingenieure, e. V., wurde in Berlin-Steglitz gegründet, der der Wahrung der Interessen der drahtlosen Telegraphie auf wissenschaftlichem und wirtschaftlichem Gebiet dienen soll[12]).

Am 3. Juni wurde ein Verband Deutscher Elektrotechnischer Porzellanfabriken gegründet, dessen ständige Geschäftsstelle in Berlin-Wilmersdorf, Trautenaustr. 15, ist[13]).

Es ist auch über eine Reihe von Veranstaltungen von Verbänden zu berichten, die der Elektrotechnik nahe stehen, oder an deren Bestrebungen die Elektrotechnik lebhaften Anteil zu nehmen hat. Die 59. Hauptversammlung des Vereins Deutscher Ingenieure fand am 27. und 28. Oktober in Berlin statt. Von den Verhandlungen interessieren uns besonders Vorträge über Elektromaschinenbau und Reform der Hochschulen[14]). — Der Deutsche Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine hat sich entschlossen, in jedem Jahr ein Handbuch der technisch-wissenschaftlichen und technisch-wirtschaftlichen Vereine und Verbände herauszugeben[15]). — Die Reichstagung Deutscher Technik hat erstmalig in Eisenach[16]), zum zweiten Male in Berlin[17]) stattgefunden. Die zahlreichen wichtigen Aufgaben des Reichsbundes geben vielen Stoff für die Beratungen: berufsständische Volksvertretung, Wiederaufbau der deutschen Wirtschaft, wirtschaftliche Fertigung und wissen-

schaftliche Betriebsführung. — Der Bayerische Energiewirtschaftsverband erregt das große Interesse der Elektroindustrie[18]).

Der Verein Deutscher Maschinen-Ingenieure tagte in Berlin im September[19]). — In der ersten Hauptversammlung der Hafenbautechnischen Gesellschaft ist auch die Elektroindustrie lebhaft beteiligt und interessiert gewesen[20]). — Ende 1918 hat sich eine große Anzahl der bedeutendsten Bergwerksgesellschaften zu einer Gesellschaft für Kohlentechnik zusammengeschlossen. Es ist zwar kein Verein in dem Sinn, worüber hier zu berichten Aufgabe ist, jedoch beschäftigt sich die Gesellschaft fast ausschließlich mit Forschungsfragen. Der Sitz ist in Essen[21]).

Die Gründung von Arbeitgeberverbänden hat Fortschritte gemacht[22]). Wie im Rheinland und Westfalen hat sich auch in Sachsen ein Arbeitgeberverband von Elektrizitätswerken gegründet. Es bestehen Bestrebungen zu einem Zentralverband der Arbeitgeber der Elektrizitätswerke Deutschlands[23]). — Es hat sich ein Verband elektrischer Wasserkraftwerke, e. V., gebildet, um ein in den wichtigen Lebensfragen einheitliches Vorgehen der kleinen und mittleren EWe herbeizuführen. Eine Beratungsstelle wurde angeschlossen. Wegen Auskünfte usw. wende man sich an den Schriftleiter L. Koch, Duderstadt, oder an Elektrizitätswerksbesitzer Aug. Kessler, Döhlau-Rauenstein[24]). — Ein Deutscher Wasserkraftverband, Charlottenburg., Berlinerstr. 171, wurde anfangs des Jahres zum Zweck des Ausbaues und der Ausnutzung von Wasserkräften gegründet[25]).

Österreich.

Der Elektrotechnische Verein in Wien hielt seine 37. Generalversammlung im März 1919[26]). — Die Vereinigung Österreichischer Elektrizitätswerke trat zur 15. Hauptversammlung im November zusammen[27]).

Ungarn.

Vom Ungarischen Elektrotechnischen Verein findet sich nur ein kurzer Bericht vor[28]).

Europäisches Ausland.

Schweiz. Der Schweizer Elektrotechnische Verein und der Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke veranstalteten ihre Jahresversammlung im April in Olten[29]). Es wurden die Satzungen revidiert, ein neues Regulativ betreffend Organisation der Technischen Prüfanstalten herausgegeben und die Beiträge erheblich erhöht. Interesse bietet besonders der Jahresbericht der Technischen Prüfanstalten[30]). Eine Jahresversammlung beider Vereine hat auch im Oktober in Montreux[31]) stattgefunden. — Der Verband »Schweizer Woche« hat einen Bericht über die Schweizer Woche 1918 versandt. Von dieser Einrichtung erwartet sich die schweizerische Volkswirtschaft in den kommenden schweren Zeiten große Dienste[32]).— Es hat sich ein Schweizer Normalienbund gegründet, dem die Bundesbahnen, die elektrotechnischen Vereine, der Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke, der Verband der Brückenbauanstalten, der Ingenieur- und Architekten-Verein, der Bund Schweizerischer Architekten, der Werkbund, der Baumeisterverband und noch andere sich angeschlossen haben[33]).

England. Die British Association hielt ihre 87. Jahresversammlung in Bournemouth im September 1919[34]). Es wurde über drahtlose Telegraphie und el. Wellen, sowie über elektrochemische Themen diskutiert. — Die Institution of Electrical Engineers nahm nach einem Zwischenraum von 5 Jahren ihre Tätigkeit wieder auf[35]). Der Jahresbericht vom 1. April 1919[36]) gibt eine Mitgliederzahl von 7000 an. Die Jahresversammlung wurde am 29. Mai abgehalten[37]). Die Antrittsrede des neuen Präsidenten, Roger T. Smith, gab wie immer eine Übersicht über das ganze Fach[38]).

Die Federation of Technical and Scientific Professional Associations versammelte sich in London im September[39]. 14 Verbände waren vertreten. Dieser Bund ist ein Zusammenschluß technischer und wissenschaftlicher Vereine. Solche Zusammenschlüsse werden als die natürliche Folge des Anwachsens der Fachvereine bezeichnet[40]. — Die Royal Physical Society und die Royal Meteorological Society beschäftigten sich in einer kombinierten Sitzung mit der Einsteinschen Relativitätstheorie[41]. — Die Municipal Tramways Association versammelte sich zum 17. Male im August in Leicester[42]. Unter anderem wurde ein Vortrag gehalten über die Lage der Elektrotechnik nach dem Krieg. — Die Faraday Society versammelte sich im Dezember in London[43]. — Die Incorporated Municipal Electrical Association hielt ihre Jahresversammlung im Juni in Ipswich[44]. — Die Wireless Society in London hat ihre Tätigkeit wieder aufgenommen und hielt ihre erste Generalversammlung seit Beginn des Krieges im Oktober in London[45]. — Die Tramways and Light Railways Association tagte in Westminster[46]. — Die Association of Mining Electrical Engineers trat zur Jahresversammlung in Edinburgh im Oktober zusammen[47]. — Im Juli fand eine Versammlung von Forschungsgesellschaften statt, welche von dem Departement of Scientific and Industrial Research zusammenberufen war[48]. — Der Britische Industriellen-Verband hielt seine Generalversammlung im November[49]. — Die Electricity Supply Commercial Association veranstaltete anfangs September eine Anzahl von Massenversammlungen in der Provinz[50]. — Die British Non-Ferrous Metals Research Association wurde in Birmingham[51] gegründet, um die wissenschaftliche und die industrielle Erforschung aller Metalle mit Ausnahme von Eisen zu organisieren. — Der Verband der elektrischen Kabelfabriken hielt seine erste Versammlung im September in London[52].

Die Internationale Elektrotechnische Kommission tagte im Oktober in London unter dem Vorsitz von Maurice Leblanc[53]. (Der Begriff der »Internationalität« ist natürlich mit einiger Einschränkung zu verstehen.) Man beschäftigte sich mit Benennungen, Leistungsbewertung el. Maschinen, Aluminium, Bezeichnungen, Kraftmaschinen, Edisonfassungen, Stecker für Elektromobile, Verteilungsspannungen. Hierfür wurden besondere Ausschüsse eingesetzt.

Frankreich. Die Ausbeute ist hier besonders gering. Erwähnenswert ist eine große interessante Rede des Präsidenten der Internationalen Elektrotechnischen Kommission[54]. Es findet sich auch ein Bericht über die Sitzungen des Französischen Elektrotechnischen Komitees[55].

Vom übrigen Europa kann nichts berichtet werden, außer daß sich in Riga ein Verband der Installateure für elektrische Licht- und Kraftanlagen gebildet hat[56]. — Nicht ohne Interesse ist es, daß die Société des Ingenieurs Civils de France in Wordingham eine britische Sektion gegründet hat.[57]

Übersee.

Es liegen nur aus den **Vereinigten Staaten** Berichte vor. Das Vereinsleben in Amerika war außerordentlich rege, wie jede Nummer der Electrical World in der Rubrik »Associations and Societies« zeigt. Es ist natürlich nicht möglich, alle die Berichte der einzelnen Sektionen der großen Körperschaften, der Zweigvereine usw. hier auch nur zu erwähnen. An dieser Stelle soll bloß über die Hauptveranstaltungen der größten Verbände berichtet werden.

Die National Electric Light Association hat im Jahre 1918 eine »win the war«, im Jahre 1919 eine »victory«-Versammlung abgehalten[58]. Nachzuholen ist die Jahresversammlung 1918 in Atlantic City[59], sie stand noch unter dem Zeichen des Krieges. Die nächste Versammlung war im Juni 1919 ebenfalls in Atlantic City[60]. Es wird angekündigt, daß man nach dem Kriege mit erneutem Eifer sich den Aufgaben der Gesellschaft widmen wird. — Es hat sich

auch eine Ausstellungskommission in dieser Gesellschaft gebildet, und es wird aufgefordert, daß alle Aussteller sich mit dieser Kommission in Verbindung setzen sollen.[61])

Der Plan für Organisation einer American Welding Society wird nebst graphischer Darstellung bekanntgegeben. Es ist das eine Vereinigung der wissenschaftlichen Vereine (z. Z. 22), wie wir eine solche in Deutschland auch haben. Erste Versammlung 28. März in New York[62]).

Das American Institute of Electrical Engineers hielt eine Tagung in Boston ab. Es wurde über die Elektrisierung der Bahnen verhandelt, ferner waren je eine besondere Sitzung dem Telefon und dem Unterrichtswesen gewidmet[63]). — Die Society for Electrical Development hielt ihre Jahresversammlung im Mai in New York[64]). Es wird betont, daß trotz der Kriegshemmungen viel positive Arbeit für die Industrie geleistet worden sei. — Die Gründungsversammlung der Amerikanischen Elektrochemischen Gesellschaft in New York hat im April 1919 stattgefunden[65]), ihre Generalversammlung ebenda[66]). — Das Institute of Radio Engineers versammelte sich im Mai in New York[67]). — Die Jahresversammlung der Illuminating Engineering Society fand in Chicago[68]) statt. — Auf der Versammlung der American Society of Mechanical Engineers in Detroit[69]) wurde vorzugsweise über Zentralheizung verhandelt. — Der Electric Power Club hielt seine Jahresversammlung in Hot Springs[70]). — Die Engineering Civic Association versammelte sich in St. Louis[71]). Die Tendenz, daß die Elektroingenieure mit Ingenieuren anderer Fächer zusammenarbeiten sollten, gewinnt auch in Amerika an Bedeutung. — Die Society of Industrial Engineers hielt eine Nationalkonferenz in New York[72]). — Eine Electric Furnace Association wurde gegründet und versammelte sich im April in New York[73]).

Die vierte Jahresversammlung der Vereinigten Fabrikanten elektrischer Bedarfsartikel tagte am 20. März in New York[74]). — Im Juni wurde eine Vereinigung der Fabrikanten von Arbeitsmaschinen, Ausrüstungen und Zubehör in New York[75]) gegründet. — Die 11. Jahresversammlung der Vereinigung der Händler elektrischer Bedarfsartikel fand statt im Juni in Hot Springs[76]). — Eine neue Organisation hat sich in der United Manufacturers of Material-Handling-Machinery in New York gebildet[77]).

[1]) ETZ S 378, 428, 470, 517, 619, 639, 659, 675, 690. — El. Anz. S 314. — [2]) ETZ S 133. — [3]) ETZ S 470, 571. — Mitt. Ver. EW S 113, 229, 239. — [4]) Mitt. Ver. EW S 131. — [5]) ETZ S 284, 299. — ETZ S 456. — [6]) Z. Beleucht. S 105, 115. — [7]) ETZ S 329. — [8]) El. Kraftbetr. S 68. — [9]) ETZ S 417. — Elektr. S 291. — [10]) ETZ S 341, 397, 412, 426, 439. — El. Anz. S 307, 314, 319. — [11]) ETZ S 504. — [12]) ETZ S 110. — El. Kraftbetr. S 79. — [13]) ETZ S 504. — Mitt. Ver. EW. S 176. — [14]) El. Kraftbetr. S 216, 255. — ETZ S 528. — [15]) El. Kraftbetr. S 208. — [16]) El. Anz. S 78. — Helios Expz. S 222, 257. — [17]) ETZ S 411. — El. Masch.-Bau S 37. — Z. Ver. d. Ing. S 665. — [18]) ETZ S 617. — [19]) El. Kraftbetr. S 223. — [20]) ETZ S 619. — [21]) Mitt. Ver. EW S 129. — [22]) Mitt. Ver. EW S 141. — [23]) ETZ S 216. — [24]) El. Kraftbetr. S 135. — [25]) Z. Ver. d. Ing. S 178. — [26]) El. Masch.-Bau S 192. — [27]) El. Masch.-Bau S 59. — [28]) ETZ S 32. — [29]) Bull. Schweiz. EV S 66, 84, 274—302. — Schweiz. Bauztg. Bd 73, S 186. — [30]) Bull. Schweiz. EV S 242. — [31]) Bull. Schweiz. EV S 274, 283, 315, 329, 335. — ETZ S 123. [32]) Bull. Schweiz. EV S 212. — [33]) Bull. Schweiz. EV S 184. — [34]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 267, 304, 306. — El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 325, 377. — [35]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 21. — [36]) El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 622. — [37]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 656. [38]) El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 649, 730. — [39]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 292. — [40]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 189. — [41]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 545, 584. — [42]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 308, 321, 377. — El. Rev. (Ldn.) Bd 83, S 309, 318; Bd 85, S 360. — [43]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 650. — [44]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 763. — El. Rev. (Ldn.) Bd. 84, S 738, 754; Bd 85, S 70. — [45]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 212, 519. — [46]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 112, 115, 136. — [47]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 436, 491. — [48]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 211. — [49]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 580. — [50]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 379. — [51]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 239. — [52]) Electr.

(Ldn.) Bd 83, S 268. — [53]) El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 501, 521. — Electr. (Ldn.) Bd 83, S 478, 505. — ETZ S 638. — [54]) Rev. Gén. El. Bd 6, S 698, 723. — [55]) Rev. Gén. El. Bd 6, S 666, 930. — [56]) Die Elektr. S 7. — ETZ S 53. — [57]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 599. — [58]) El. World Bd 73, S 982, 1124. — [59]) Helios Fachz. S 64. — El. World Bd 71, S 1248. — [60]) El. World Bd 73, S 139, 696, 802. — [61]) El. World Bd 73, S 383. — [62]) El. World Bd 73, S 545. — [63]) El. World Bd 73, S 592. — [64]) El. World Bd 73, S 1050. — [65]) El. World Bd 73, S 47. — [66]) El. World Bd 73, S 748. — [67]) El. World Bd 73, S 1053. — [68]) El. World Bd 73, S 1343. — Electr. (Ldn.) Bd 83, S 633. — [69]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 239. — [70]) El. World Bd 73, S 1179. — [71]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 238. — [72]) El World Bd 73, S 547. — [73]) El. World Bd 73, S 752. — [74]) El. World Bd 73, S 383, 635. — [75]) El. World Bd 73, S 1232, 1341. — [76]) El. World Bd 73, S 492, 540, 541, 1284. — [77]) El. World Bd 73, S 442.

Bildungswesen.

Von Prof. Dr. J. Epstein.

In Band 6 seiner Abhandlungen und Berichte bringt der Deutsche Ausschuß für technisches Schulwesen[1]) reiches Erfahrungsmaterial und fruchtbare Anregung zur Frage der Lehrlingsausbildung in der mechanischen Industrie einschl. der Elektrotechnik. Bereits die Volksschule soll vorarbeiten, durch Arbeitsunterricht Glieder und Sinne erziehen, Anschauung und Selbsttätigkeit fördern und den Kausalitätssinn stärken. Für den Zeichenunterricht wird auf das »Gedächtniszeichnen«, für den Rechenunterricht auf die Wichtigkeit vorheriger Anschauung hingewiesen. Die Lehrstellenvermittlung soll eine amtliche Berufsberatungsstelle besorgen. Der Nachwuchs ausgebildeter Facharbeiter soll durch Stipendien für Schulbesuch, Prämiierung von Gesellen und Meistern für besonders gute Lehrlingsausbildung gefördert werden. Für kleinere Firmen hat sich eine gemeinsame Genossenschaftslehrwerkstätte bewährt. Über 68 Werkschulen, darunter die von AEG, Bergmann, Reiniger, Gebbert u. Schall, S. u. H., SSW Berlin und Nürnberg werden ausführliche Angaben gemacht, Erfahrungen mitgeteilt, daraus Schlüsse gezogen und Anregungen gegeben. In der Lehrlingsausbildung in der Werkstatt haben sich die vom Ausschuß 1912 aufgestellten Leitsätze inzwischen bewährt. Entsprechend seiner Bedeutung ist der Bericht in der Literatur vielfach behandelt[2]), doch kann demjenigen, der irgendwie mit der Lehrlingsausbildung zu tun hat, das eingehende Studium des Originalberichtes nicht dringend genug empfohlen werden.

In Amerika hat Mann[3]) das Ergebnis 3jähriger Untersuchungen über Ingenieurausbildung veröffentlicht, die er im Auftrage der Carnegiestiftung für Förderung des Unterrichts und des gemeinsamen Unterrichtsausschusses der amerikanischen technischen Vereine ausführte. Leider liegt dem Referenten nicht der Bericht selbst vor, sondern nur Besprechungen. Das Studium soll mit einem für alle Zweige gemeinsamen Unterbau, Ausbildung in Werkstatt, Laboratorium, Zeichensaal, ferner Mathematik, Naturwissenschaft, Allgemeinbildung beginnen, wobei für jede Schule ein eigener Ausschuß den Plan aufstellt. Getrennte Ausschüsse für Maschinenbau, Elektrotechnik, chemische Industrie regeln die sich anschließende fachliche Ausbildung. Auch hier wird wieder die hervorragende Wichtigkeit der Charaktereigenschaften in Vergleich zu den sonstigen Anforderungen betont. Nur 40% der Aufgenommenen schließen jetzt die Ausbildung ab. Mann empfiehlt eine psychotechnische Prüfung nach Schwierigkeit gestaffelt, die eine zahlenmäßige Bewertung ermöglichen soll für Aufnahme, wie während des Studienganges. Schule und Werkstatt sollen inniger zusammenarbeiten, dann würden unter den Betriebsleitern Amerikas die Zahl der akademisch gebildeten nicht auf 5% beschränkt bleiben. Besonders wichtig erscheinen die Probleme der Ausbeutesteigerung. Warm wird das System Hermann Schneiders an der Universität Cincinati empfohlen: 14 Tage Universitätsstudium, 14 Tage bezahlte Werkstattarbeit in einem der etwa 100

industriellen Betriebe, die sich der Universität zur Verfügung gestellt haben. Eine Lehrkraft besucht die Studierenden in den Werkstätten und sorgt für Verbindung zwischen theoretischer und praktischer Ausbildung. Merkzettel mit Fragen und Literaturangaben ermöglichen dem Studenten, sich in die Werkstattarbeit zu vertiefen. Die Zahl der wöchentlichen Unterrichtsstunden sollte sich auf 15, die der gleichzeitig behandelten Fächer auf 5 beschränken. Auf der Unterstufe sollen durch psychotechnische Methoden und persönliche Beobachtung Fähigkeiten und Neigungen des einzelnen ergründet werden. Die Laboratoriumstätigkeit wird in die ersten Studienjahre verwiesen, die allgemeinbildenden Fächer begleiten den ganzen Studiengang. Nachdruck ist auf die ökonomischen Gesichtspunkte zu legen, und bereits der gemeinsame Grundstock soll in engem Zusammenhang mit der Praxis stehen.

In Deutschland wird die Frage der Hochschulreform eifrig behandelt, insbesondere im Anschluß an eine Schrift Beckers[4]), des Unterstaatssekretärs des preußischen Ministeriums für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung. Nicht bloß Wissen, auch Willensbildung und ethische Gesinnung ist zu pflegen. An Stelle der immer weiter fortschreitenden Spezialisierung soll eine möglichst weitgehende Zusammenfassung treten und Erfassung größerer Zusammenhänge. So war die Scheidung zwischen Technischer Hochschule und Universität ein Fehler. Nicht der Stoff, sondern wissenschaftliche Gesinnung ist zu übertragen. Der Lehrer darf nicht nur tüchtiger Forscher, sondern muß auch »Lehrer« sein. Die Seminare haben gegenüber den Vorlesungen mehr in den Vordergrund zu treten. Der Student soll den Ernst und Wert selbständiger Arbeit kennen lernen.

Reger Meinungsaustausch knüpft sich ferner an Riedlers[5]) Veröffentlichung »Zerfall und Neubau der Technischen Hochschule«. Als Hauptübel erscheint auch ihm das Sonderdasein der einzelnen Abteilungen, in die die Hochschule schon bestimmungsgemäß »zerfällt«, die Zersplitterung der Einzelfächer, das Fehlen des Zusammenwirkens zu gemeinsamem Ziel. Gestaltungsvermögen, selbständiges Schaffen unter gegebenen Bedingungen sind zu lehren. Schaffensfreudige, wirtschaftlich denkende Ingenieure mit starkem Verantwortungsgefühl sind zu erziehen. Beim Eintritt sind der Funktionsbegriff, Grundlagen der Dynamik und Unendlichkeitsrechnung zu verlangen. Der grundlegende Unterricht ist nicht nach Fachrichtungen zu trennen. Sonderfächer sollen nur Beispiele vertiefter Ausbildung sein. Die Zahl der Prüfungsfächer ist zu verringern. Auf je 25 Teilnehmer sollte in den Übungen eine Hilfskraft kommen. Wirtschaftskunde, Herstellungs-, Betriebskunde müssen den ganzen Fachunterricht durchsetzen, Begriffslehre, Bürgerkunde, Rechtskunde, die ganze Studienzeit durchlaufend, sollen zu rechtskundigem Denken anregen. Der Bildungsgang soll lehren, richtig zu sehen, zu beobachten im Bewußtsein der Abhängigkeiten des technischen und wirtschaftlichen Zwangslaufes. Sachlich stimmt man darin überein, daß die allgemeine Ausbildung auf breiter wissenschaftlicher Basis, vertiefte Zusammenfassung mehr zu betonen sind als einseitiges Fachwissen: Bildung wird verlangt statt Wissen. Doch soll die Hochschule auch Gelegenheit zu technisch wissenschaftlicher Forschung auf Sondergebieten geben. — In der Hauptversammlung des V. D. I. hat Nägel[6]) die »Reform der technischen Hochschule« eingehend besprochen. Auch er beklagt die Engherzigkeit der fachlichen Gliederung, die sogar die mathematisch-naturwissenschaftlichen Vorstudien spezialisieren möchte, betont die Persönlichkeitsentwicklung. Die Tätigkeit des Ingenieurs umfaßt nicht ausschließlich Probleme der exakten Wissenschaft, darum müssen auch die wissenschaftlichen Grundlagen für kommerzielle und organisatorische Aufgaben gegeben werden. Weder Studienpläne noch Prüfungsbestimmungen sollten die Lernfreiheit beengen, der technische Gesichtskreis soll möglichst weit hinaus über die Grenzen des Fachgebietes erweitert werden.

Nach der Vorprüfung nach 4 Semestern soll der Student volle Wahlfreiheit der Lerngebiete erhalten. Grundlegende wissenschaftliche Einsichten sollen erworben werden, nicht spezialistische Einzelheiten, die schnell veralten.

Die Studentenschaft der deutschen technischen Hochschulen hatte zu ihrer Tagung in Dresden Professoren und Vertreter der Industrie zur Beratung der Hochschulfrage eingeladen[7]). Das Ergebnis, die »Dresdener Leitsätze« empfehlen obligatorischen Unterbau, abschließend mit Vorprüfung. Mathematik, Mechanik sind im Zusammenhang mit der Fachwissenschaft zu lehren. Das Studium der Oberstufe soll möglichst nur wahlfreie Fächer enthalten, auch soll Freiheit in der Zusammenstellung des Prüfungsprogramms bestehen. Jedes Hauptfach zerfällt in grundlegenden Teil (auch für Studenten verwandter Abteilungen) und spezielle Fachvorlesung. Während des ganzen Studiums Gelegenheit zu wirtschaftlicher Schulung. Normale Durchschnittstundenzahl 36. Abschnittsprüfungen im Anschluß an die einzelnen Vorlesungen.

Eifrig diskutiert wurde in England ein Vortrag von O'Meara über die Tätigkeit des Ingenieurs und seine Heranbildung[8]). Tabellen zeigen, je mehr Verwaltungstätigkeit eine Stellung mit sich bringt, um so höher wird sie geschätzt, um so besser bezahlt. Die Ausbildung soll die kommerzielle und administrative Seite mehr berücksichtigen, wofür er 36 Stunden empfiehlt. Auch er tritt für wöchentliche Abwechslung zwischen Schule und Fabrik ein und für gute Allgemeinbildung. Für die Handelswissenschaften will man in Edinburg ein besonderes Semester aufsetzen, während man sie anderwärts in die Schulzeit oder in die praktische Ausbildung verweisen möchte.

Auch in Deutschland wird mit Nachdruck gründlichere wirtschaftliche Ausbildung des Technikers verlangt[9]).

Lichttechnischen Unterricht fordert Teichmüller[10]) an allen Technischen Schulen, für jede technische Hochschule aber einen besonderen Lehrstuhl für Lichttechnik und ein lichttechnisches Lehr- und Forschungsinstitut. Für die Sonderstudien der Lichttechnik entwickelt er einen auf 8 Semester berechneten Studienplan. Außerdem tritt er für lichttechnische Fortbildungskurse für ältere Ingenieure, Architekten usw. ein und auch für volkstümliche Vorträge. Barkhausen[11]) bespricht die Verschiedenheit der Problemstellung und die verschiedene Denkweise in Schwachstromtechnik und Starkstromtechnik. An der Technischen Hochschule in Dresden wurde eine besondere Professur und ein eigenes Institut für Schwachstromtechnik geschaffen, welches Meßkunde, Meßinstrumente in sich schließt. Erwünscht scheint ihm ein Zusammenarbeiten mit den Behörden und die Übernahme der Ausbildung ihrer Beamten durch das Institut. Besondere Bedeutung wird den praktischen Übungen der Studierenden und der Möglichkeit zu größeren selbständigen Untersuchungen beigemessen.

Die zweite Tagung der deutschen Hochschulprofessoren der Elektrotechnik[12]) beschloß eine Dreiteilung der Prüfungsfächer in Pflichtfächer, Fächer nach beschränkter und solche nach freier Wahl. Die nächste Tagung soll Zwang zur praktischen Tätigkeit, Förderung des Studiums der allgemein bildenden Fächer, schwierige Kapitel aus den exakten Wissenschaften behandeln.

Fortbildungskurse[13]) haben aus Rücksicht auf die Kriegsteilnehmer erhöhte Bedeutung gewonnen. Sie behandeln u. a. wissenschaftliche Schulung, industrielle Psychotechnik. Einen zweiwöchigen Hochschulfortbildungskursus für Elektrotechnik hat der elektrotechnische Verein des rheinisch-westfälischen Industriebezirks veranstaltet[14]). Die Vorlesungen und Übungen, abgehalten von Hochschulprofessoren und führenden Ingenieuren der Industrie betrafen u. a. Hochspannungstechnik, Berg- und Hüttenbetriebe, Einfluß des Stromes auf den menschlichen Körper.

Die Denkschrift anläßlich des 50jährigen Bestehens der Technischen Hochschule München bringt eine ausführliche Beschreibung der Neubauten[15]).

Longborough Technical College[16]) enthält neben der Schule Lehrwerkstätten für 500 Mann, die produktiv arbeiten. 15000 Pfund hat das britische Munitionsministerium dafür aufgewendet.

Das gewerbliche Fortbildungsschulwesen, seine Eingliederung in das System der Einheitsschule, Fragen der Lehrerausbildung sind in Deutschland weiter lebhaft im Fluß[17]). Für technisch und praktisch hervorragend begabte Leute

wird ein Weg von der mittleren Fachschule zur Hochschule angestrebt. Romberg[18]) schlägt für begabte Volksschüler vor Eintritt in die Lehre eine einjährige Handwerkerschule vor, die ihnen Einblick in die Handwerke gibt und ihre Eignung prüfen läßt.

Die Union des Syndicats de l'Électricité[19]) hält gemeinsam mit der Unterrichtsbehörde zweijährige Fortbildungskurse für Lehrlinge ab, die sie mit Verleihen von Diplomen und Preisverteilung abschließt.

Die Lehrlingsschule der Firma Thonmyre fils[20]) teilt jeden Lehrling einem »Paten« zu, der ihn technisch und moralisch überwacht und bei gutem Prüfungsergebnis des Lehrlings Frs. 100 erhält. Wilke[21]) bringt interessante Angaben über die Lehrpläne bestehender Werkschulen und die neu errichtete Schule der Firma Wilh. Morel. Die Schulleitung überwacht auch die Lehrwerkstätte und regelt gemeinsam mit Betriebsleiter und Meister die Versetzung des Lehrlings von einer Werkstätte in die andere.

Der Ausbildung zum Elektromonteur bei der AEG[22]) geht eine strenge Sichtung voraus, die sich auch auf körperliche Entwicklung (Turnen!) erstreckt. Die Lehre dauert 3 Jahre. ½ Jahr wird auf Werkstattpraxis verwendet, 1½ Jahre auf Ausbildung bei einem Monteur. Im dritten Jahre werden einfache Arbeiten selbständig ausgeführt. Die Pflichtfortbildungsschule wird durch einen besonderen Unterricht ergänzt, Vorprüfung gegen Schluß des zweiten Jahres. Schlußprüfung am Ende des dritten. Die Ausbildung des Lehrlings in der Apparatefabrik der AEG (etwa 200 Lehrlinge) umfaßt 4 Jahre[23]). Es werden Mechaniker, Werkzeugmacher und Dreher ausgebildet. Die Lehrlinge erhalten zunächst eine grundlegende Ausbildung in der Lehrwerkstatt, wobei je ein älterer Lehrling einen jüngeren unterweist und beaufsichtigt, ein Verfahren, das beiden zustatten kommt. Tüchtige und strebsame Lehrlinge erhalten im 4. Jahr einen höheren Lohn, von dem nur ein Teil ausgezahlt wird, während das Spargeld für ein späteres Studium an der städt. Mittelschule verwendet werden soll. Weitere Mittel können aus Unterstützungsfonds gewährt werden. Das wichtigste und umfangreichste Material über Werkschulen ist in dem bereits erwähnten Bericht des Deutschen Ausschusses für technisches Schulwesen[1]) enthalten.

Die Erkenntnis der Notwendigkeit von Umgestaltungen im technischen Ausbildungswesen ist allgemein. In verschiedenen Ländern arbeiten Ausschüsse, von der Gesamtheit der interessierten technischen Vereine und Körperschaften gebildet. Ein besonderer Ausschuß, in dem Studentenschaft, Lehrkörper, Industrie vertreten sind, wurde für Hochschulfragen in Deutschland gebildet. Überall betont man die Wichtigkeit der Charakterbildung. Man verurteilt die Einseitigkeit dessen, was bisher als Fachbildung galt und verlangt allgemeine Ingenieurerziehung unter schärferer Heranziehung der wirtschaftlichen Gesichtspunkte. Während sich die einen mit einer Reihe wirtschaftlicher Unterrichtsfächer begnügen, verlangen die anderen Durchdringung des gesamten Unterrichtes mit wirtschaftlichen Gesichtspunkten. Der Lehrlingsausbildung wendet man weiter große Aufmerksamkeit zu und sucht die in Betracht kommenden Stellen für den Erfolg zu interessieren.

[1]) Abhandl. n. Ber. üb. Techn. Schulen veranl. u. herausgeg. v. Deutschen Aussch. f. techn. Schulwesen. Bd VI „Die Lehrlingsausbildung in der mechan. Industrie." — [2]) Techn. u. Wirtsch. S 404. — [3]) Mann, El. World Bd 72, S 783. — Z. Ver. D. Ing. S 710. — ETZ S 273. — [4]) C. H. Becker, „Gedanken zur Hochschulreform" nach Z. Ver. D. Ing. S 959. — Naegel, Z. Ver. D. Ing. S 1191. — [5]) Riedler, Z. Ver. D. Ing. S 302, 332, 816. — [6]) Nägel, Z. Ver. D. Ing. S 1189. — [7]) Z. Ver. D. Ing. S 1319. — [8]) O'Meara, El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 219, 426, 656. — Electr. (Ldn.) Bd 82, S 229. — [9]) Sporleder, Techn. u. Wirtsch. S 525, 606. — [10]) Teichmüller, Z. Beleucht. S 4. — [11]) Barkhausen, ETZ S 81. — [12]) ETZ S 11. — [13]) Z. Ver. D. Ing. S 872, 879, 940. — [14]) ETZ S 258. — [15]) Z. Ver. D. Ing. S 575. — [16]) Wernekke, Dingl. Pol. J. S 245. — Electr. (Ldn.) Bd 82, S 229. — [17]) Z. gewerbl. Unterr. S 17, 66, 71. — [18]) Romberg, Techn. u. Wirtsch. S 404. — [19]) Union d. Synd. de l'Él., Rev. Gen. Él. Bd 5, S 321. — [20]) Thonmyre, Rev. Gen. Él. Bd 5, S 356. — [21]) Wilke, Techn. u. Wirtsch. S 343. — [22]) Mitt. AEG S 122. — [23]) Mitt. AEG S 14.

Sozial-Technisches.

Von Georg Osenbrügge.

Gesetzgebung. Von den im Berichtsjahr erlassenen zahlreichen Verordnungen, Erlassen u. a. m. sind nachstehende bemerkenswert: Verordnung über die Einstellung und Entlohnung gewerblicher Arbeiter während der wirtschaftlichen Demobilmachung (4. I. 19)[1]. — Verordnung über die Beschäftigung Schwerbeschädigter (9. I. 19)[2]. — Verordnung zur Sicherung der Leistungsfähigkeit der Krankenkassen (13. I. 19)[3]. — Verordnung über die soziale Kriegsbeschädigten- und Kriegshinterbliebenenfürsorge (8. II. 19)[4]. — Verordnung über die Pflicht der Arbeitgeber zur Anmeldung eines Bedarfs an Arbeitskräften (17. II. 19)[5]. — Sozialisierungsgesetz (23. III. 19; vgl. S. 16)[6]. — Verordnung über die Gewährung von Zulagen zu Verletztenrenten aus der Unfallversicherung (27. XI. 19)[7].

Nach Verordnung der Reichsregierung sind Betriebsunternehmer, die mindestens 20 Arbeiter beschäftigen, zur Wiedereinstellung der bei Ausbruch des Krieges bei ihnen beschäftigt gewesenen Arbeiter verpflichtet. Auch über die Entlassung sind besondere Gesichtspunkte aufgestellt[8]. — Die Einwirkung neuer Verordnungen über das Arbeits- und Mitbestimmungsrecht auf das gewerbliche Arbeitsverhältnis äußert sich in der Beschränkung der täglichen Arbeitszeit auf 8 Stunden, Zulassung von Überstunden nur unter besonderen Bedingungen u. a. m.[9]. — Der Geschäftsbericht des Reichsversicherungsamtes für 1918 enthält wieder eine Fülle sozialpolitischer Mitteilungen, die namentlich die Wirkung des Krieges auf unsere Sozialversicherung erkennen lassen[10]. — Die deutsch-österreichische Regierung hat ein Gesetz über Arbeiterurlaub erlassen (30. VII. 19)[11].

Das soziale Problem. Arbeiterfragen. Nach J. Rieder[12] haben sich die hochgespannten Hoffnungen bei Eingreifen der Elektrizität in unser Kulturleben bei der Lösung des sozialen Problems nicht verwirklicht, ebensowenig das Problem der Völkerverbrüderung durch den el. Nachrichtendienst. Er hofft, daß letzterer sich wieder gesunden Bahnen zuwendet und mit dem Welthaß und der Weltlüge aufräumen wird. — Schulz-Mehrin[13] bespricht Arbeitsteilung und Arbeitsverbindung und teilt das Gebiet in 5 Stufen, von »der Mensch sein eigener Ackerbauer« bis zur »Verbindung arbeitsteiliger Fabriken zu einem Produktionsorganismus im Großbetrieb«. — Die Streiks in lebenswichtigen Betrieben, z. B. Elektrizitätswerken, machen nach E. C. Zehme[14] eine weitgehende Mechanisierung der Betriebe erforderlich. Auch die Stromerzeugung soll zentralisiert werden und sich auf einige Stellen im Lande und den Städten beschränken. — Der Verband schweizerischer Elektrizitätswerke[15] hat beschlossen, die Behandlung der Arbeiterfragen für die Verbandsmitglieder durch das Generalsekretariat unverzüglich zu veranlassen. — P. M. Grempe[16] macht auf die guten Erfahrungen aufmerksam, die bei einer Verlegung elektrotechnischer Werke von den Großstädten in kleine Provinzstädte oder auf das Land erreicht wurden. Die Lohnpolitik in letzter Zeit hat die Gefahr gezeitigt, daß die Fabriken in den Großstädten ihre Wettbewerbsfähigkeit verlieren. Teilarbeiten werden schon vielfach in der Provinz ausgeführt.

Die Technikerfrage. K. Strecker[17] betont die Unzweckmäßigkeit eines Juristen- und Technikermonopols in einer Abhandlung über die Vorbildung zum höheren Staatsdienst. Es soll jede fachliche Bevorrechtung der vorbereitenden Studien fallen gelassen werden. Durch aufgestellte Richtlinien erfolgt eine nähere Begründung der Forderungen. — J. Meister[18] bringt zu den von Strecker aufgestellten Richtlinien noch einige Erweiterungen. — O. Schleicher[19] weist nach einleitender Besprechung des Juristenmonopols in der Verwaltung auf die Schrift »Reichsreformamt« eines ehemaligen Offiziers hin, in der die durch verschiedene Umstände bedingte Eignung der Offiziere zu Verwaltungsstellen hervorgehoben wird. — Wieland[20] befürwortet in der Nationalversammlung die

Heranziehung der Techniker zur höheren Verwaltung und verweist auf eine beachtenswerte Eingabe des Bundes höherer Baubeamten in der auf die geringe Zahl der führenden Techniker bei Provinzial- und Ortsbehörden aufmerksam gemacht ist. — Der Verein Deutscher Ingenieure[21]) hat eine Schrift herausgegeben über »Ingenieure in der Verwaltung«, die in zusammenfassender Weise alle auf diesem Gebiete erfolgten Veröffentlichungen bringt. — Eppner[22]) berichtet über beachtenswerte Erfolge in Bayern in bezug auf die Bemühungen der Techniker im Verwaltungsdienst mehr als bisher verwendet zu werden. — E. Heimann[23]) stellt Gesichtspunkte auf über die Verwendung der Techniker und Schaffung von Arbeitsmöglichkeiten während der Übergangswirtschaft. — Oeser[24]) betont in der preußischen Landesversammlung (25. IX. 19) die Gleichstellung der Techniker und Juristen. — Zur Unterstützung der Bestrebungen zum Schutze des Ingenieurtitels hat der württembergische Goethebund[25]) ein zweites Preisausschreiben erlassen. — Der Reichsbund Deutscher Technik[26]) wiederholt seine Forderung, daß zur sorgfältigen Ausgestaltung des Sozialisierungsgesetzes sofort die Sachkenntnis und Erfahrung der praktisch schaffenden Techniker herangezogen werden soll. — Unter 18 Ausschreibungen von Bürgermeister-, Stadtrats- und ähnlichen Stellen in deutschen Mittel- und Großstädten verlangten nur 6 die Befähigung zum Juristen[27]). — In eine Stelle als Direktor im Reichspostministerium, zum Kriegsminister in Württemberg und zum Unterstaatssekretär im Reichsdienst wurde in jedem Falle ein Ingenieur berufen[28]). — Auch in Amerika hat man, wie C. Matschoß[29]) berichtet, der Technikerfrage großes Interesse entgegengebracht; es sind dort ebenfalls entsprechende Reformbestrebungen im Gange. — Nach M. E. Cooley[30]) soll der Ingenieur das Bindeglied zwischen Kapital und Arbeit sein.

Gefahren der Elektrotechnik und Unfälle. P. M. Grempe[31]) berichtet über zahlreiche Unfälle. Auch an anderen Stellen finden sich dergleichen Berichte[32]).

Im Jahresbericht des Dampfkessel-Überwachungsvereins der Zechen im Oberamtsbezirk Dortmund für 1918/19 wird über 24 (19) Unfälle in el. Anlagen berichtet, von denen 14 (8) tödlich verliefen[33]). — M. Vogel[34]) berichtet über 13 (11) el. Unfälle im oberschlesischen Industriebezirk im Jahre 1918/19; 3 (2) in Niederspannungs- und 10 (9) in Hochspannungsanlagen; 2 (2) tödliche Unfälle durch Niederspannung und 9 (7) durch Hochspannung. — Die Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik[35]) verzeichnet für 1918 118 (96) Unfälle durch el. Strom, von denen 61 (41) tödlich verliefen. — Nach Untersuchungen von Hellmann[36]), die sich über einen Zeitraum von 44 Jahren erstrecken, kommen auf 1 Million Einwohner in Preußen 4,7 Blitztötungen. — Im Jahre 1918 sind dem Elektrotechnischen Verein Wien 31 (42) Unfälle, 2 (7) tödliche, in el. Betrieben gemeldet worden. Von den Unfällen entfallen 16 (14) auf die Wiener städtische Straßenbahn[37]). — Von 1172 industriellen Unfällen in Amerika, die Ev. M. Davis[38]) in den Jahren 1914/16 untersuchte, entfallen 119 auf Unfälle durch el. Strom. — R. E. Mc. Dougall[39]) berichtet über die Tätigkeit der von der Handelskammer in Rochester (Amerika) ins Leben gerufenen Vereinigung zur Verhütung von Unfällen, der 110 Firmen mit ca. 50000 Arbeitern angehören. 1917 ereigneten sich 166 Unfälle, 1918 140 Unfälle mit tödlichem Ausgang.

Unfallverhütung und Arbeiterschutz. K. Bangert[40]) hat zum Schutze des technischen Personals für den Betrieb von Röntgenanlagen Sondervorschriften entworfen. — A. Bender[41]) hat Merkblätter für die Unfall- und Krankheitsverhütung in gewerblichen Betrieben für Unternehmer, Betriebsleiter, Meister und Arbeiter herausgegeben (Berlin 1919, Julius Springer). — Michels[42]) wünscht eine intensivere Mitwirkung der Betriebsleiter, Meister usw. im Interesse der Unfallverhütung und erhofft eine günstige Einwirkung durch Einführung des Taylorsystems. — Der Verein Deutscher Revisionsingenieure[43]) hat einen Fachausschuß für Unfallverhütung in Zusammenwirkung mit dem Normenausschuß ins Leben gerufen. — Philipp[44]) sucht die Hauptaufgabe der tech-

nischen Aufsichtsbeamten der Berufsgenossenschaft in der Unfallverhütung und empfiehlt weitere Mittel zur wirksamen Förderung der Unfallverhütungstechnik u. a. m. — Der Verein Deutscher Revisionsingenieure[45]) nimmt eine ablehnende Stellung ein in der Frage der Einstellung von Arbeitern als technische Aufsichtsbeamte in der Berufsgenossenschaft. — A. Fischer[46]) bespricht die Vor- und Nachteile der aus Arbeiterkreisen hervorgegangenen Einrichtung der »Arbeiterkontrolleure« zur Mitarbeit im Sinne der Unfallverhütung. — H. Speck[47] berichtet über die Tätigkeit der Arbeiterausschüsse in der Unfallverhütung in den Betrieben der Sächsisch-Thüringischen Eisen- und Stahlberufsgenossenschaft. — Kaufmann[48]) hält die Beteiligung von Arbeitern in der berufsgenossenschaftlichen Betriebsüberwachung unter gewissen Voraussetzungen für möglich. In Betrieben, in denen diese Voraussetzungen nicht zutreffen, würden Unfallvertrauensmänner bestellt werden, die den technischen Aufsichtsbeamten auf seinem Rundgang begleiten. — H. Hauck[49]) glaubt für Österreich die Einstellung von Arbeitern als technische Aufsichtsbeamte nicht befürworten zu können, wohl aber als Vertrauensmänner der Arbeiterschaft zur Unterstützung der Aufsichtsbeamten. — Tauß[50]) berichtet über die Gründung einer Gesellschaft für Unfallverhütung und technische Gewerbehygiene in Deutsch-Österreich. — In der Schweiz sollen typische el. Unfälle unter Angabe der näheren Umstände und Ursachen veröffentlicht werden zur allgemeinen Belehrung des Personals von Elektrizitätswerken u. a. m.[51]). — Über Augenglassorten, die gegen die schädlichen Strahlen bei el. Schweißarbeiten usw. schützen, berichtet W. W. Coblentz[52]) nach den im Bureau of Standards, Amerika, angestellten Untersuchungen. — E. C. Clewell[53]) betont die Bedeutung einer guten Beleuchtung der Fabrikräume zur Verhütung von Unfällen. Nach früheren Veröffentlichungen sind 30% aller Unfälle, beispielsweise in Pennsylvania, auf schlechte bzw. ungenügende Beleuchtung zurückzuführen. — T. E. Mitten[54]) berichtet über Erfolge in der Unfallverhütung durch Ausbildung älterer Schulkinder, um die jüngeren sicher über die Straße zu geleiten u. a. m.

Soziale Fürsorge. W. Moede[55]) habilitierte sich an der Berliner Technischen Hochschule für das Gebiet der industriellen Psychotechnik; das neue Laboratorium ist das erste Hochschulinstitut dieser Art. — Der Berliner Bezirksverein Deutscher Ingenieure[56]) veranlaßte das Laboratorium für Psychotechnik der Technischen Hochschule Charlottenburg zu einem Ausbildungskursus in der Eignungsprüfung industrieller Lehrlinge. — A. Schreiber[57]) bringt weitere Mitteilungen aus dem Prüflaboratorium für Berufseignung der sächsischen Staatseisenbahnen.

Der Reichsarbeitsminister befürwortet die Einführung des Taylorsystems für Deutschland[58]). — Nach A. Wallichs[59]) erfordert die Einführung des Taylorsystems eine größere Anzahl aufsichtsführender Personen; dadurch wird der Kreis der intelligenten Arbeiter, die in eine höhere Arbeiterschicht aufsteigen können, vermehrt. — A. R. Böhm[60]) berichtet über Versuche betr. Ermüdung gewisser Muskelgruppen bei der Arbeit und befürwortet den Ausbau eines deutschen Taylorsystems unter Vermeidung der Fehler des amerikanischen. — A. Vautrin[61]) findet, daß die größte Widerstandsfähigkeit gegen Ermüdungseinflüsse im Alter von 25 bis 40 Jahren gegeben ist. — S. Klein[62]) hebt hervor, daß zwei Probleme für die Ergebnisse der psychologischen Experimentaluntersuchung Nutzen bringen, einmal die Frage der Auswahl der geeigneten Persönlichkeit, dann die Steigerung der Leistung des einzelnen. — J. M. Scott Maxwell[63]) behandelt in längerer Ausführung die Vorteile der wissenschaftlichen Betriebsführung und sucht die Einwände der Gegner, die im Taylorsystem nur eine industrielle Bureaukratie erblicken, zu widerlegen. — J. F. Whiteford[64]) betont, daß bei der Verschiedenheit der Betriebe auch die wissenschaftliche Betriebsführung unterschiedlich gehandhabt werden muß. — H. W. Allingham[65]) bringt Auswüchse und Übertreibungen in der wissenschaftlichen Betriebsführung, die eine amerikanische Phrase sei, zur Kenntnis. An Hand von Beispielen geht er auf eine zweckmäßige Lösung der Frage ein.

Die Kriegsbeschädigtenfürsorge verursacht noch immer viele Sorgen. Nach H. Boywidt[66]) soll die Berufsgenossenschaft die Arbeitgeber bei der Einstellung Schwerverletzter unterstützen und dafür sorgen, daß sie in ihrer Erwerbsfähigkeit möglichst weitgehend wiederhergestellt werden, um eine Behinderung der Wirtschaftlichkeit eines Betriebes zu verhindern. — W. Poppelreuter[67]) behandelt im II. Band seines Werkes über »die psychischen Schädigungen durch Kopfschuß« die Herabsetzung der körperlichen Leistungsfähigkeit usw. durch Hirnverletzungen im Vergleich zu Normalen und Psychogenen. — Unter dem Namen »Dersa« (Deutsche Ersatzgliedergesellschaft Sauerbruch) hat sich eine Gesellschaft zur Herstellung willkürlich bewegter Ersatzglieder nach dem System »Sauerbruch«, München, gebildet. Das Zentralbureau, Berlin SW 68, Friedrichstraße 104, erteilt nähere Auskunft[68]). — Beckmann[69]) betont, daß die Unterbringung Kriegsbeschädigter in letzter Zeit dauernde Schwierigkeiten bereitet, sowohl in der Industrie wie in der Landwirtschaft. — Auch H. Schäfer[70]) betont die Schwierigkeiten bei Unterbringung Kriegsbeschädigter in der Industrie. Die Schuld an der Weigerung der Unternehmer, Kriegsbeschädigte einzustellen, tragen in den meisten Fällen diese selbst durch ihr Verhalten. — Der Ausschuß zur Untersuchung der Arbeitsmöglichkeiten für Blinde, insbesondere Kriegsblinde in gewerblichen Betrieben, teilt mit, daß am Ende des Krieges ca. 2200 Kriegsblinde neben 36000 Zivilblinden in Deutschland vorhanden waren. Arbeitsmöglichkeiten für Blinde wurden in vielen Industrien geschaffen. Besondere Bedeutung hat die von P. M. Perls ins Leben gerufene Blindenfürsorge im Kleinbauwerke der SSW erlangt[71]). — R. Fröschel[72]) berichtet über psychologische Untersuchungsmethoden kopfschußverletzter Soldaten, sowie der Methode der Übungsbehandlung im Garnisonspital Nr. 2 in Wien. Bei 36% der Patienten wurden Erfolge mit dieser Behandlung erzielt. — Nach F. v. Gerhardt[73]) ist in Frankfurt a. M. eine Zentralstelle für Blindenfürsorge ins Leben gerufen worden. — Ehrler[74]) berichtet über die Erfolge des Vereins »Badischer Heimatdank« in der Fürsorge für Kriegsbeschädigte. — Gute Erfahrungen mit 251 beschädigten Werksangehörigen, auch Schwerbeschädigten, verzeichnen Voigt & Häffner[75]) in Frankfurt a. M. — P. M. Perls[76]) veröffentlicht weitere Arbeitsmöglichkeiten für Blinde im Kleinbauwerk der SSW. Es wurden auch Blinde mit fehlendem und gelähmtem Arm, sowie mit Kunstbein eingestellt. — Shufflebotham[77]) berichtet über Bestrebungen der Wiederertüchtigung kriegsbeschädigter Arbeiter, hauptsächlich der Bergleute in England.

Wohlfahrtseinrichtungen. Nach G. Israel[78]) hat der Umsturz in Deutschland seine hemmende Wirkung auf die Wohlfahrtspflege der Archive für Volkswohlfahrt ausgeübt. — Die AEG besitzt Wohlfahrtseinrichtungen, wie den Unterstützungsfond, die Ruhegehaltseinrichtung, die Mathilde-Rathenaustiftung, die Erich-Rathenaustiftung, welche in den Jahren 1887/88 ins Leben gerufen worden sind[79]). In den Fabriken der AEG sind für Angestellte und Arbeiter außer den allgemeinen noch besondere Wohlfahrtseinrichtungen geschaffen. Arbeiterhygiene, Werkspeisung, Lebensmittelversorgung, Lehrlingsausbildung u. a. m.[80]). — Die Philadelphia Electr. Co. hat, wie R. B. Matteer[81]) mitteilt, auf dem Dache ihres Fabrikgebäudes Einrichtungen getroffen zur Abhaltung von täglichen Freiübungen usw. für Angestellte und Arbeiter. — Die Pacific El. Railway[82]) hat in Kalifornien im Gebirge ein Heim für ihre Angestellten geschaffen, in dem sie während ihres Urlaubes für geringe Kosten Verpflegung finden.

[1]) RBG. S 8 — [2]) RGB S 28. — [3]) RGB S 41. — [4]) RGB S 187. — [5]) RGB S 201. — [6]) RGB S 341. — [7]) RGB S 1921. — [8]) Mitt. Ver. EW S 35. — [9]) Mitt. Ver. EW S 177. — [10]) Arb.-Versorg. S 354. — [11]) Concordia S 166. — [12]) J. Rieder, El. Anz. S 192. — [13]) Schulz-Mehrin, Techn. u. Wirtsch. S 663. — [14]) E. C. Zehme, ETZ S 62. — [15]) Bull. Schweiz. EV S 187. — [16]) P. M. Grempe, Helios Fachz. S 375. — [17]) K. Strecker, ETZ S 176. — [18]) J. Meister, ETZ S 390. — [19]) O. Schleicher, ETZ S 212. — [20]) Wieland, Z. Ver. D. Ing. S 1100. — [21]) Z. Ver. D. Ing. S 1188. — [22]) Eppner, Z. Ver. D. Ing. S 1243. — [23]) E. Hei-

mann, El. Masch.-Bau Anh. S 65. — [24]) Oeser, Z. Ver. D. Ing. S 1018. — [25]) Württ. Goethebund, Z. Ver. D. Ing. S 594. — [26]) Reichsb. D. Techn., El. Anz. S 142. — [27]) Z. Ver. D. Ing. S 469. — [28]) El. Anz. S 126. — [29]) C. Matschoß, Z. Ver. D. Ing. S 710. — [30]) M. E. Cooley, El. World Bd 73, S 839. — [31]) P. M. Grempe, El. Anz. S 442, 446. — [32]) El. Anz. S 457. — El. Masch.-Bau S 336; Anh. S 135. — [33]) Jahresber. Dampfkess.-Überwach.-Ver. d. Zechen i. Oberbergamts-Bez. Dortmund für 1918/19. — [34]) M. Vogel, El. Anz. S 398, 405. — [35]) Berufsgen. d. Feinmech. u. El. ü. d. Tätigkeit d. techn. Aufsichtsbeamten für 1918. — [36]) Hellmann, Schweiz. Bauztg. Bd 73, S 28. — [37]) El. Masch.-Bau S 336. — [38]) El. World Bd 73, S 476. — [39]) R. E. Mc Dougall, El. Rlwy. Jl. Bd 54, S 723. — [40]) K. Bangert, ETZ S 605. — [41]) A. Bender, Concordia S 209. — [42]) Michels, Soztechn. S 14. — [43]) Soztechn. S 27. — [44]) Philipp, Soztechn. S 118. — [45]) Ver. D. Revis.-Ing., Soztechn. S 29. — [46]) A. Fischer, Soztechn. S 69. — [47]) H. Speck, Soztechn. S 73. — [48]) Kaufmann, Techn. u. Wirtschaft S 189. — [49]) H. Hauck, Soztechn. S 57. — [50]) Tauß, Soztechn. S 58. — [51]) Bull. Schweiz. EV S 187. — [52]) W. W. Coblentz, El. Masch.-Bau Anh. S 197. — [53]) E. C. Clewell, El. World Bd 73, S 260. — [54]) T. E. Mitten, El. Rlwy. Jl. Bd 54, S 399. — [55]) W. Moede, El. Anz. S 64. — [56]) Berl. Bezirksver. D. Ing., El. Anz. S 496. — [57]) A. Schreiber, Z. Ver. D. Ing. S 653. — [58]) El. Anz. S 268. — [59]) A. Wallichs, Helios Expz. S 926. — [60]) A. R. Böhm, Helios Expz. S 2054. — [61]) A. Vautrin, Techn. u. Wirtsch. S 748, 854. — [62]) S. Klein, El. Masch.-Bau Anh. S 113. — [63]) J. M. Scott Maxwell, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 716. — [64]) J. F. Whiteford, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 674. — [65]) H. W. Allingham, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 470. — [66]) H. Boywidt, Berufsgenossensch. S 29. — [67]) W. Poppelreuter, Berufsgenossensch. S 18. — [68]) „Dersa“, Berufsgenossensch. S 106. — [69]) Beckmann, ETZ S 178. — [70]) H. Schäfer, Soztechn. S 129. — [71]) ETZ S 179. — [72]) F. Fröschel, Concordia S 27. — [73]) F. v. Gerhardt, Concordia S 41. — [74]) Ehrler, Concordia S 150. — [75]) Voigt u. Häffner, Z. Ver. D. Ing. S 151. — [76]) P. M. Perls, El. Kraftbetr. S 147. — [77]) Shufflebotham, Engineering Bd 107, S 675. — [78]) G. Israel Concordia S 4. — [79]) Mitt. AEG S 23. — [80]) Mitt. AEG S 83. — [81]) R. B. Matteer, El. World Bd 74, S 27. — [82]) El. Rlwy. Jl. Bd 53, S 1159.

Rechtsverhältnisse der Elektrotechnik.

Von Justizrat Dr. O. Zimmer.

Der durch die Novemberrevolution des Jahres 1918 herbeigeführte Umsturz der früher bestehenden politischen Verhältnisse im Deutschen Reich sowie die Waffenstillstands- und Friedensverhandlungen und ihre Folgen haben den neuen gesetzgebenden Gewalten auf allen Gebieten große Aufgaben gestellt. Das Gebiet der Elektrotechnik steht diesen Aufgaben im allgemeinen fern, und es ist infolgedessen von der neuen Gesetzgebung im großen und ganzen unberührt geblieben. Für die Zeit der eigentlichen Revolutionsregierung, d. h. bis zum Zusammentritt der Nationalversammlung, trifft dies in vollem Umfange zu [1]). Die Nationalversammlung hat dann aber unter dem 31. Dezember 1919 ein Gesetz verabschiedet, das sich in grundlegender Weise mit den Rechtsverhältnissen der Elektrotechnik befaßt, das **Gesetz betr. die Sozialisierung der Elektrizitätswirtschaft**[2]).

Im Schrifttum des abgelaufenen Jahres finden sich einige Abhandlungen über dieses Problem, von dem man voraussehen konnte, daß es baldigst von der neuen Regierung in Angriff genommen werden würde. Verwiesen wird auf die Arbeiten von Schmidt[3]) und von W. Coermann[4]), die freilich nicht nur die Sozialisierung, sondern die materiell rechtliche Regelung der verschiedenen Rechtsbeziehungen der elektrischen Betriebe im Auge haben. Das Reichsgesetz dagegen beschränkt sich in der Hauptsache auf die Durchführung der sozialistischen Doktrin der Sozialisierung. Aus der Vorgeschichte zu diesem Gesetz ist folgendes zu berichten: Am 29. März 1919 erschien in der Kölnischen Volkszeitung Nr. 250 ein erster kurzer Artikel, der über die bei der Reichsregierung

bestehenden Absichten über die Sozialisierung der Elektrizitätswirtschaft berichtete und zugleich Kritik an den Plänen der Regierung übte. Der Artikel fand Abdruck in den Mitteilungen der Vereinigung der Elektrizitätswerke[5]). Zugleich wurde auf den 12. April 1919 vom Verein Deutscher Ingenieure und vom Verband Deutscher Elektrotechniker zu einer Aussprache über die geplante gesetzliche Regelung eingeladen[6]). An diese erste Verhandlung schlossen sich dann weitere Erörterungen auf der Tagung der Vereinigung der EW zu Nürnberg vom 23. September 1919 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker zu Stuttgart vom 25. bis 27. September 1919 und neun große Fachverbände sprachen sich in einer Eingabe an die Reichsregierung und die Nationalversammlung gegen den der Letzteren zur Vorlage gebrachten Entwurf aus[7]). Die Verhandlungen in der Nationalversammlung führten dann zu dem oben erwähnten Gesetz. Darnach soll das Reichsgebiet bis zum 1. Oktober 1921 zum Zwecke der Elektrizitätsbewirtschaftung nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten in Bezirke eingeteilt werden. In diesen Bezirken sollen Körperschaften oder Gesellschaften gebildet werden, in denen die zur Erzeugung und Fortleitung elektrischer Arbeit dienenden Anlagen zusammenzuschließen sind. Dem Reiche ist das Recht beigelegt:

1. Anlagen, die zur Fortleitung el. Arbeit in einer Spannung von 50000 V und darüber und zur Verbindung mehrerer Kraftwerke dienen,
2. Anlagen zur Erzeugung el. Arbeit mit einer installierten Maschinenleistung von 5000 kW und mehr, soweit sie nicht ganz überwiegend für eigene Betriebe dienen, und
3. privaten Unternehmern zustehende Rechte zur Ausnutzung von Wasserkräften für die Erzeugung el. Arbeit mit einer Leistungsfähigkeit von 5000 kW und mehr, soweit nicht auch sie ganz überwiegend für eigene Betriebe bestimmt sind,

gegen angemessene Entschädigung zu übernehmen.

Bezüglich der Einzelheiten der getroffenen Bestimmungen muß auf das Gesetz selbst verwiesen werden. Es sei nur hier noch erwähnt, daß das Gesetz den Ländern eine Beteiligung an dem Anteil des Reichs an Gesellschaften innerhalb des Landesgebiets zusagt, daß zur Festsetzung der vom Reich für die Übernahme von Anlagen zu gewährenden Entschädigung ein Schiedsgericht vorgesehen ist, gegen dessen Entscheidung eine Beschwerde an ein Oberschiedsgericht zulässig ist, und daß dem Reich das Recht zur Verleihung des Enteignungsrechts zur Entziehung und Beschränkung von Grundeigentum aus Gründen des öffentlichen Wohles gegen vollständige Entschädigung zusteht. Nähere Bestimmungen über die durchzuführende Einteilung in Bezirke soll ein bis zum 1. April 1921 einzubringendes Gesetz enthalten. Ebenso soll ein Enteignungsgesetz vom Reich erlassen werden; bis dahin sollen für die Durchführung der Enteignung die landesrechtlichen Bestimmungen gelten.

Kriegs- und Revolutionswirkungen. Im Jahrbuch für 1918 ist die Frage behandelt:

1. Welchen Einfluß die durch den Krieg herbeigeführten wesentlich veränderten wirtschaftlichen Verhältnisse auf die Verpflichtung der Vertragsparteien bei vor dem Kriege abgeschlossenen Lieferungsverträgen allgemeiner Art und
2. bei langjährigen Verträgen auf Lieferung von elektrischem Strom, Gas u. dgl.

ausüben. Die beiden Fragen, die erstere jedoch in erweitertem Umfange, haben auch im Jahr 1919 die Öffentlichkeit ganz außerordentlich beschäftigt und tun es jetzt noch. War es vordem der Krieg gewesen, der die wirtschaftlichen Verhältnisse, namentlich infolge der Blockade, in umfangreicher Weise beeinflußt hatte, so treten jetzt zu den Wirkungen des Krieges und der Fortdauer der Blockade die Folgen der im Anschluß an die Revolution einsetzenden Durch-

führung der sozialistischen Theorien, der enormen Verteuerung aller Preise und der Arbeitsunlust. Zuerst war es das Oberlandesgericht in Hamburg, welches die vom Reichsgericht aufgestellten Grundsätze über die Unmöglichkeit der Vertragserfüllung vor dem Kriege eingegangener Vertragsverhältnisse auch auf die durch die Revolution herbeigeführten wirtschaftlichen Folgen übertrug. Das Reichsgericht hat dann in einer Entscheidung vom 2. Dezember 1919[8]) sich zu demselben Standpunkt bekannt. Das Reichsgericht hob die Entscheidung des Berufungsgerichts auf und führt aus: Das Oberlandesgericht verneint, daß die eingetretene Preissteigerung die Bekl. von der Vertragserfüllung befreie, weil die Bekl. beim Abschluß des Vertrages in der Kriegszeit mit steigenden Preisen habe rechnen müssen und auch gerechnet habe; sie habe sich einen Preisaufschlag nicht vorbehalten und damit das Risiko der Preissteigerung auf sich genommen. Diese Erwägung würde ausreichen, die Verpflichtung zur Erfüllung trotz Preissteigerungen zu bejahen, die auf längere als die erwartete Dauer des Krieges und vielleicht auch auf einen anderen als den erhofften Ausgang für Deutschland zurückzuführen sind. Sie reicht aber nicht aus und erschöpft die Lage nicht, die im wirtschaftlichen Leben zugleich mit den Preissteigerungen durch die Ereignisse des November 1918 eingetreten ist und noch fortbesteht. Die durch die Revolution herbeigeführte, völlige Veränderung der wirtschaftlichen Verhältnisse erfordert zur Entscheidung darüber, ob die Beklagte an den Vertrag, obschon er in der Kriegszeit geschlossen ist, bei der jetzigen wirtschaftlichen Lage noch gebunden ist, ein Eingehen auf die Umstände, unter denen jetzt ein Schiffsbau (um einen solchen handelte es sich in dem zur Entscheidung stehenden Fall) auszuführen ist. Der Einfluß, den die Revolution mit ihren Folgen für das Wirtschaftsleben hat, wird im allgemeinen ebenso zu beurteilen sein, wie nach der Rechtsprechung des Reichsgerichts die Einwirkung des Krieges auf die von diesem berührten Vertragsverhältnisse beurteilt wird. Ob dieser Einfluß von solcher Bedeutung ist, daß er zur Lösung des Vertrages führt, ist nach Lage des Einzelfalles zu beurteilen. — Es ergibt sich aus diesen Ausführungen des Reichsgerichts, daß die von manchen Firmen, und gar von manchen Verbänden für die ihnen angeschlossenen Firmen abgegebene öffentliche Erklärung die sämtlichen eingegangenen Werkverdingungsverträge würden für nicht mehr rechtsverbindlich erklärt, in dieser Allgemeinheit jedenfalls nicht auf die Billigung des Reichsgerichts rechnen kann. Die Entscheidung, die die Beurteilung von der Sachlage im einzelnen Fall abhängig macht, wird als zutreffend und den Verhältnissen durchaus Rechnung tragend anerkannt werden müssen.

Die zweite Frage betr. die Erhöhung der Strompreise trotz abgeschlossener Stromlieferungsverträge hat durch die Verordnung über die schiedsgerichtliche Erhöhung von Preisen bei der Lieferung von elektrischer Arbeit, Gas und Leitungswasser vom 1. Februar 1919[9]) ihre gesetzliche Regelung erfahren. Diese Verordnung hat ihre Ergänzung in der Bekanntmachung über die Zusammensetzung Einrichtung und Zuständigkeit des schiedsgerichtlichen Verfahrens vom 5. März 1919[10]) gefunden, auch hat der Reichskohlenkommissar unter dem 14. Februar 1919 nähere Bestimmungen erlassen, die am 19. Juni 1919 einer Abänderung unterworfen worden sind[11]). Durch diese gesetzlichen Anordnungen haben die früher sehr lebhaften Erörterungen über die Frage ihren Abschluß gefunden[12]).

In diesem Zusammenhange mögen dann gleich hier noch ein paar Entscheidungen Erwähnung finden, die sich auf den für Strombezug zu zahlenden Preis beziehen. Das Urteil des Landgerichts Verden vom 13. März 1919 behandelt in erschöpfender Weise die Frage, ob die auf Anordnung des Reichs-Kohlenkommissars erhobenen Aufpreise von 50 Pf. für 1 kW bzw. 1 m^3 bei Überschreitung der zugelassenen Grenze im Verbrauch von el. Arbeit und Gas rechtlich zulässig seien und bejaht diese Frage[13]). In einem anderen Fall hatte sich ein EW zur Lieferung von Strom zu einem festen Preise für längere Zeit verpflichtet. Krieg oder sonstige Fälle höherer Gewalt sollten die Parteien während

der Dauer der Behinderung vom Vertrage befreien. Das Werk lieferte bis zum Februar 1917 zum alten Preise, verlangte dann aber Preiserhöhung und, als diese nicht gewährt wurde, klagte es auf Feststellung, daß es nicht mehr an den Vertrag gebunden sei. OLG. und RG. gaben der Klage statt und erklärten die Geltendmachung der Kriegsklausel erst im Jahre 1917 nicht für verspätet[14]). Eine Gemeinde hatte infolge des Verbots der Straßenbeleuchtung während des Krieges vom EW keinen Strom bezogen und weigerte sich deshalb, die mit dem EW vereinbarte Pauschalgebühr zu zahlen. Sie wurde vom OLG. Kolmar trotzdem zur Zahlung verurteilt, weil das EW die Kosten der Einrichtung des Werkes mit Rücksicht auf die beabsichtigte Stromabnahme der Gemeinde getragen hatte, und daher diese Einrichtungen verzinsen und amortisieren muß[15]).

Elektrizitätswerke und Straßenbahnen interessiert in gleich hohem Maße der Aufsatz von Coermann[16]) über Leitungsrecht. Hier werden zusammenfassend die Rechtsgrundsätze dargestellt, die zurzeit nach dem Bürgerlichen Gesetzbuch und sonstigen Spezialgesetzen über die Leitungsführung bestehen. Das Enteignungsrecht wird neuerdings den Elektrizitätswerken in weit mehr entgegenkommender Weise als früher verliehen. Sowohl das preuß. Ministerium für öffentliche Arbeiten wie auch das preuß. Oberverwaltungsgericht tragen dem Standpunkte Rechnung, daß die Interessen einer Überlandzentrale über die Privatbedürfnisse hinausgehen und für das allgemeine Wohl eine solche Bedeutung haben, daß das Werk als gemeinnützige Anlage zu gelten hat. Dem Wunsch des Verfassers, daß eine reichsrechtliche Regelung des Enteignungsrechts eintreten möge, trägt das oben erwähnte Gesetz vom 31. Dezember 1919 bereits Rechnung.

Straßenbahnen. Trautvetter[17]) legt in einem Aufsatz dar, daß die Auflagen der Wegeunterhaltungspflichtigen für Bahnunternehmungen, welche vorhandene Wege benutzen, nicht mehr angemessen und zeitgemäß seien, und das Kleinbahngesetz als veraltet und mangelhaft bezeichnet werden müsse. Ein neues Gesetz müsse gefordert werden, durch das die Auflagen rechtlich geregelt werden müßten, bis dahin müsse den zu hohen Anforderungen der Wegeunterhaltungspflichtigen durch Ministerialerlaß entgegengetreten werden.

Telegraphenwegegesetz. Zum § 6 Abs. 4 ist in dem Rechtsstreit der Telegraphenverwaltung gegen die Stadt Elberfeld auf Rückerstattung der von der Post aufgewendeten Kosten für Schutzmaßnahmen die Stadt verurteilt worden, nachdem sie die betr. Bahnanlage verkauft hat, da unter Anteil im Sinne der betr. gesetzlichen Bestimmung alles das verstanden ist, was dem Wegeunterhaltungspflichtigen gehört, ohne Unterschied, ob er nur Teile der Anlage, oder diese ganz verkauft[18]).

Fernsprechgebührenordnung. Es sind neue Ausführungsbestimmungen erlassen, die das Rechtsverhältnis des Teilnehmers zur Verwaltung klarstellen und die Haftpflicht schärfer als bisher abgrenzen[19]).

Ausland. Der im Jahrbuch 1918 behandelte Entwurf eines österreichischen Elektrizitäts-Wirtschaftsgesetzes wird durch Coermann[20]) einer Besprechung unterzogen, in welcher er die bürgerlich-rechtlichen Bestimmungen über das Leitungs- und Enteignungsrecht, die vereinfachten Vorschriften für die Telegraphenanlagen und endlich auch die erweiterten Strafbestimmungen auch für die reichsdeutschen Verhältnisse für sehr beachtlich erklärt.

[1]) El. Kraftbetr. S 71. — [2]) RGB 1920, S 19. — [3]) Schmidt, Vorschläge für ein Gesetz über die Elektrizitätsversorgung, ETZ S 143. — [4]) W. Coermann, Zu einem Reichs-Elektrizitätsgesetz, El. Kraftbetr. S 121. — [5]) Mitt. Ver. EW S 73. — [6]) Bericht s. Mitt. Ver. EW S 85. — [7]) Coermann, Zum Elektrizitätsgesetzentwurf, El. Kraftbetr. S 247, 273. — [8]) Aktenzeichen VII, 303/19. — [9]) RGB S 137 mit Abänderung S 519; El. Kraftbetr. S 48. — Die Verordnung ist erläutert von Zierkusch u. Kaufmann, Jul. Springer, Berlin; besprochen von Ebbecke, Mitt. Ver. EW S 111. — [10]) RGB S 288. — Mitt. Ver. EW S 61, dazu El.

Kraftbetr. S 93. — [11]) Mitt. Ver. EW S 33, 163. — [12]) Zuletzt Mitt. Ver. EW S 37. — [13]) ETZ S 216. — [14]) El. Kraftbetr. S 120. — Mitt. Ver. EW S 129; ähnlich der Fall Mitt. EW S 70. — [15]) El. Kraftbetr. S 56, 95; vgl. dagegen JB 1918, S 16 Anm. 9 und Helios S 455. — [16]) Coermann, El. Kraftbetr. S 52. — [17]) Trautvetter, El. Kraftbetr. S 97. — [18]) El. Kraftbetr. S 94. — [19]) El. Kraftbetr. S 263. — [20]) Coermann, El. Kraftbetr. S. 89.

Technisch-Wirtschaftliches.

Von Oberingenieur Heinrich Büggeln.

Öffentliche Elektrizitätsversorgung. Klingenberg[1]) gibt neue Richtlinien für die zukünftige Elektrizitätspolitik an. — Schiff[2]) fordert, daß bei der kommenden Elektrizitätsgesetzgebung die Ausübung der Genehmigung der Anlagen für Elektrizitätserzeugung und Verteilung in den Händen von staatlichen Stellen liegen soll. Auch Erneuerungen bestehender Anlagen sollen der Genehmigung unterworfen sein. — Auf der Jahresversammlung des VDE 1919 hat Block[3]) einen ausführlichen Vortrag über die Reichs-Elektrizitätsgesetzgebung gehalten. Eine Aussprache fand nicht statt. Dagegen wurde einstimmig Einspruch[4]) erhoben, daß eine so tief eingreifende Gesetzesvorlage überhastet wird. Ferner wurde die Hinzuziehung von Vertretern der Fachverbände gefordert. Auch auf der Hauptversammlung der Vereinigung der EW ist Einspruch erhoben worden. Es werden Richtlinien[5]) veröffentlicht, in der die Stellungnahme der Vereinigung zur Sozialisierung der Elektrizitätswirtschaft dargelegt sind. Einspruch erhebt ferner das Rhein.-Westfäl. EW[6]). Es wird darauf hingewiesen, daß der Hauptausschuß des deutschen Städtetages ebenfalls gegen die gewaltsame Kommunalisierung der Elektrizitätswirtschaft Einspruch erhoben hat.

Im bayerischen Staatsministerium fand eine Besprechung[6]) statt, an der Vertreter der Regierungen, der Landräte und der landwirtschaftlichen Zentralgenossenschaften teilnahmen. Man einigte sich dahin, daß die Überlandwerke für Niederbayern und die Oberpfalz als reine Kreisunternehmungen im Anschluß an das Bayernwerk durchgeführt werden sollen. Auch der Kreistag der Oberpfalz[8]) hat ähnliche Beschlüsse gefaßt. Vietze[9]) berichtet, daß beschlossen wurde, alle Elektrizitätswerke und Überlandzentralen der Provinz Sachsen zu einer Landeselektrizitäts-G. m. b. H. mit dem Sitz in Halle a. S. zusammenzufassen.

Mattern[10]) untersucht im Anschluß an eine Veröffentlichung von Dröse[11]) über den früheren und gegenwärtigen Zustand am Oberrhein die Frage, ob die Förderung der Schiffahrt oder der Überlandversorgung für das Wirtschaftsleben bedeutsamer ist. Er ist der Ansicht, daß beide Zwecke gleichzeitig erfüllt werden müssen und zwar für die ganze Strecke von Straßburg bis zum Bodensee. Allerdings hat die ganze Sachlage durch den unglücklich ausgegangenen Krieg für die Strecke Straßburg bis Basel eine ungünstige Verschiebung bekommen, indem nun Frankreich das Recht hat, die Wasserkräfte auszunutzen. Dadurch gehen dem Deutschen Reiche 200000 kW und jährlich mehr als 1,5 Milliarden kWh verloren.

Immer wieder taucht die Frage auf, ob es für gewerbliche Unternehmungen zweckmäßiger ist, eigene Krafterzeugungsanlagen zu erstellen oder den Strom aus den öffentlichen Elektrizitätswerken zu beziehen. In dieser Hinsicht sind die Verhandlungen in einer Sitzung der Manchester Association of Engineers[12]) von Interesse. Cramp sprach vom Standpunkte des Käufers und betonte, daß bei Neuanlagen die Stromlieferung aus einem öffentlichen Elektrizitätswerk mit einer Eigenanlage nicht in Wettbewerb treten kann, wenn bei einer Höchstbelastung von 1000 kW der Belastungsfaktor größer als 25%, von 600 kW größer als 30% und von 250 kW größer als 50% ist. Vom Standpunkte des Ver-

käufers sprach Firth, der andere Ansichten äußerte und die allgemein bekannten Vorzüge des Strombezugs hervorhob.

Vergesellschaftung und Verstaatlichung. Seit Ausgang des Krieges ist die Forderung der Sozialisierung der Elektrizitätswirtschaft in fast allen Ländern in den Vordergrund getreten. Je nach den politischen Verhältnissen versteht man unter Sozialisierung die Vergesellschaftung im sozialistischen Sinne oder die Verstaatlichung. Die Schriftleitung der ETZ[13]) hat zu einer Aussprache über die Vergesellschaftung aufgefordert und als einen zu diesem Ziele führenden Weg die Verstaatlichung bezeichnet. Als andere Wege werden die Kommunalisierung und die Bildung von gemischt-wirtschaftlichen Betrieben oder genossenschaftliche Einrichtungen angegeben. Der Aufforderung leisten Levy[14]), Schröder[15]), Bredow[16]) (in bezug auf die Verstaatlichung der Kabel- und Funkentelegraphie), Behrend[17]), Lietke[18]), Cassirer[19]), Montanus[20]), Karg[21]), der warm für die Sozialisierung eintritt, Schmitz[22]) und Heinricy[23]) Folge. Im allgemeinen wird die Vergesellschaftung abgelehnt und der seitherige Zustand für den zweckmäßigsten gehalten. Bemerkenswert sind die Ausführungen, die die Firma W. Lahmeyer & Co.[24]) im Geschäftsbericht 1918/19 macht. Die Direktion der Staatl. EW in Dresden[25]) nimmt Stellung gegen die Ausführungen von Schmitz, dem Geschäftsführer der privaten EW Deutschlands, bzw. gegen dessen Denkschrift, die er dem Reichswirtschaftsministerium vorgelegt hat. Darin wird behauptet, daß die Erwartungen, die auf die staatl. Stromversorgung gesetzt wurden, nicht erfüllt worden seien. Schmitz[26]) hält diese Behauptung in einer Erwiderung aufrecht. Auch Siegel[27]) nimmt zur Frage der Vergesellschaftung Stellung und sagt, daß an den bisherigen Grundlagen der Elektrizitätspolitik nicht gerüttelt werden darf, wenn die Elektrizitätsunternehmungen auch zukünftig eine gedeihliche Entwicklung nehmen sollen. — An dieser Stelle sei auch noch eine Arbeit von Kyrieleis[28]) über die Denkschrift des Reichswirtschaftsministeriums betr. die »gebundene Planwirtschaft« erwähnt, die nach den Ideen des Verfassers bezwecken soll, an Stelle der wirtschaftlichen Anarchie wirtschaftliche Ordnung zu setzen und hierzu ein einheitliches Programm zur Durchführung zu bringen. Thierbach[29]) schildert die Gefahr einer übereilten Sozialisierung und bezeichnet an anderer Stelle[30]) die gemischtwirtschaftliche Gesellschaftsform als die beste Übergangsform zur Vergesellschaftung der Betriebe.

Große Aufregungen haben die Gesetzentwürfe über die deutsche Regelung der Elektrizitätswirtschaft hervorgerufen. Erstmalig hat darüber Brecht[31]) vom Reichswirtschaftsministerium in einer von den Vorständen des VDI und VDE herbeigeführten Aussprache am 12. April 1919 berichtet. An der Aussprache beteiligten sich Klingenberg[32]), der dabei auf seine Denkschrift[1]) hingewiesen hat, ferner Passavant[33]), Henke[34]), v. Raumer[35]), C. L. Weber[36]), Spannuth[37]), Breul[38]), Dyes[39]) und Wöhrle[40]). Letzterer verwahrt sich als Direktor der Staatl. Sächsischen EW gegen die Behauptungen, daß sich die staatl. E.-Versorgung nicht bewährt habe.

Nach dem deutschen Gesetzentwurf[41]) soll das Reich befugt sein, Leitungsanlagen mit mehr als 50000 V Spannung und Kraftwerke mit mehr als 5000 kW Leistungsfähigkeit gegen angemessene Entschädigung zu übernehmen. Im Staatenausschuß[42]) wurde der Entwurf mit recht wesentlichen Änderungen angenommen und trotz des Einspruchs sämtlicher maßgebenden Fachverbände, die den Entwurf als nicht hinreichend durchgearbeitet und deshalb zur Erreichung der nach der Begründung erstrebten Ziele ungeeignet bezeichneten, mit den Änderungen sofort der Nationalversammlung[43]) zur ersten Beratung zugestellt. Nun setzte eine lebhafte Gegenagitation ein. Spengel[44]) ist der Ansicht, daß die Notwendigkeit der Verstaatlichung nicht nachgewiesen sei und die an die Sozialisierung geknüpften Hoffnungen nicht berechtigt erscheinen. Ein gemeinwirtschaftlicher Zusammenschluß unter Mitwirkung des Reiches sei geeigneter. Auch die Vereinigung der im besetzten Gebiet liegenden EW nimmt zu der Frage Stellung[45]). Es äußert sich dazu der Beigeordnete Schilling der Stadt Trier,

der große Bedenken hat und andere Wege empfiehlt, die dem einer weitgehenden Verstaatlichung vorzuziehen sind. Auf Grund des schon erwähnten Vortrags, den Block[3]) auf der Jahresversammlung 1919 des VDE über die Reichs-Elektrizitätsgesetzgebung gehalten hat, beanstanden die Fachverbände[46]) die Mängel des Entwurfs und verlangen dringend die Hinzuziehung von Fachmännern bei den Beratungen. Das hat einen neuen Entwurf[47]) zur Folge, der ebenfalls als unbefriedigt bezeichnet wird. Meyer-Lülmann[48]) wendet sich gegen diesen Entwurf und weist besonders auf die große Schädigung der Gemeinden hin. Er rät dringend zur Abkehr vom Reichsfiskalismus und zur Umsteuerung der Gesetzesvorlage auf den Kurs der wirtschaftlichen und kommunalen Selbstverwaltung. — Über die Begründung der Vorlage in der Nationalversammlung wird ausführlich berichtet[49]).

Ganz anders als in Deutschland hat sich die Elektrizitätsgesetzgebung in England entwickelt. Es liegen darüber in der englischen Literatur sehr umfangreiche Berichte vor[50]). Anfang Mai 1919 wurde auf Grund der Vorschläge das Gesetz im Unterhause eingebracht und in seinen Grundzügen angenommen. Auch in England sind die Meinungen geteilt[51]). Ein Teil der Fachleute, die hier in weitestem Maße hinzugezogen wurden, ist für stärkste Zusammenfassung der Elektrizitätsversorgung, ein anderer redet wieder Nahkraftwerken das Wort. Manche wollen vollständige Verstaatlichung, andere wünschen den behördlichen Einfluß weitgehend zurückgedrängt. Auch über die Entschädigungen ist man sich nicht einig.

Von den Berichten[52]), die in der deutschen Literatur vorliegen, ist der von Kloß[53]) der ausführlichste. Auf ihn bezieht sich Siegel[54]) in einer kritischen Betrachtung. Er vertritt die Ansicht, daß im Gegensatz zur deutschen Elektrizitätspolitik, die hauptsächlich politischen Motiven entsprungen ist und unheilvolle Folgen haben wird, die englische Politik den Zweck verfolgt, die Elektrizitätswirtschaft unter tätigster Beihilfe aller beteiligten Unternehmer zum Nutzen der Allgemeinheit im Sinne höchster Ökonomie zu entwickeln. Im Januar 1919 haben die bedeutendsten Fachvereinigungen, darunter die Institution of Electrical Engineers, dem Board of Trade eine Eingabe unterbreitet, in der verlangt wird, daß die Beschränkung der bisherigen Elektrizitätsgesetzgebung fallen und an ihre Stelle eine großzügige und einheitliche Behandlung der Elektrizitätsversorgung treten müsse. Nach Siegel stellt das englische Gesetz als Zweck und Ziel die Elektrizitätswirtschaft an den Anfang, während das deutsche Gesetz ohne weiteres mit dem Übernahmerecht des Reiches beginnt. Wenn das englische Gesetz auch seine Mängel habe, so weiche es doch angenehm von dem deutschen dadurch ab, daß an ihm in der Hauptsache Fachmänner mitgearbeitet haben. Fr. Schmidt[55]) greift die Siegelschen Ausführungen gegen das deutsche Gesetz an, woraufhin Siegel[56]) erwidert.

Über den gegenwärtigen Stand der Elektrizitätsversorgung der Niederlande berichtet Feldmann[57]). Es werden im Anschluß an die Besprechungen über die in Deutschland geplante Regelung der Elektrizitätswirtschaft die einschlägigen Verhältnisse in den Niederlanden beschrieben und mit den deutschen und englischen Maßnahmen verglichen. Der Verfasser hofft, daß man die geplante Übernahme der Erzeugung durch den Staat nach englischem Muster allmählich durchführen wird.

Für Deutsch-Österreich[58]) ist ein Wasserkraft- und Elektrizitätswirtschaftsamt gegründet worden. Coermann[59]) macht Mitteilungen über den Gesetzentwurf betreffend Sozialisierung der deutsch-österreichischen Elektrizitätswirtschaft, über den auch an anderer Stelle[60]) berichtet wird. Dieser Entwurf sieht für jedes zu Deutsch-Österreich gehörende Land eine gemeinwirtschaftliche »Landeselektrizitätsanstalt« vor, in deren Verwaltungsausschuß Staat, Land und Gemeinden, sowie die Arbeitnehmer- und Ingenieurkammern vertreten sein sollen. Noch kurz vor dem Zusammenbruch hatte der österreichische Ingenieur- und Architektenverein[61]) Stellung gegen verschiedene Bestimmungen

des früheren, in JB 1918, S 63, erwähnten Gesetzentwurfes genommen, vor allem gegen die Forderungen der Tarifhoheit, des Aufsichtsrechtes, des Heimfalles, Ablösungsrechtes und der Gewinnbeteiligung des Staates. — Wie Reindl[62]) mitteilt, hat der Landesausschuß für Vorarlberg im Sommer 1918 eine Kommission aus einem Geologen, einem Naturwissenschaftler, dem Münchener Ingenieur Hallinger als technischem Berater, Angehörigen der Handelskammer und Industrie, sowie je einem Vertreter des Ministeriums und der Staatsbahnen für die Vorarbeiten zur Wasserkraftausnutzung zusammenberufen. — Gegen das Gesetz über die Verstaatlichung der ungarischen Wirtschaft[63]) erhebt sich ziemlicher Widerspruch. Es wird als Fehlschlag bezeichnet. Wie der Besitzende, so werde auch die Arbeiterklasse »zum Wohle des Staates« ausgebeutet. — Auch in der Tschechoslowakei[64]) ist ein Elektrizitätsgesetz veröffentlicht worden. Es ist in der Hauptsache ein Konzessions- bzw. Wegegesetz mit einigen wesentlichen Bestimmungen über die Teilnahme der öffentlichen Körperschaften an der Elektrizitätsversorgung. — Der Landesausschuß des tschechischen Staates hat für das Land Mähren[65]) von der AEG die Oslawaner Elektrizitätszentrale mit 24000 kW Leistung erworben.

Erzeugung und Ausfuhr. Die politischen Verhältnisse haben die deutsche Industrie in eine recht schwierige Lage gebracht. Wilh. v. Siemens[66]) hat in der Generalversammlung von S & H auf die unheilvollen Folgen der Revolution hingewiesen und als das dringendste Gebot der Stunde die Wiederherstellung von Ordnung, Vertrauen, Sicherheit, Disziplin, Pflichtgefühl und Arbeitsamkeit bezeichnet. Die Zeit ist vollständig nutzlos vertan worden. Die Fabriken sind nicht mehr Produktionsstätten im alten Sinne des Wortes. Der Direktor der AEG, F. Deutsch[67]), hat in der Handelskammer zu Berlin über das Verhältnis des Anteils von Arbeit und Kapital am Ertrage gesprochen und über die voraussichtlichen Wirkungen der Sozialisierung berichtet. Auch G. ter Meer[68]), Direktor der Hann. Maschinenbau-A.-G., hat sich über den Anteil von Kapital und Arbeit, insbesondere über die Gewinnbeteiligung der Arbeiter, ausgesprochen und dabei auch diesbezügliche Bestrebungen im Ausland berührt.

G. F. Zimmer[69]) zeigt, daß die augenblickliche Not der Unternehmer mit den Arbeitern, die immer mehr fordern und immer weniger arbeiten wollen, zur Anwendung von arbeitssparenden Vorrichtungen zwingt. Hier kommen vornehmlich selbsttätige Förderanlagen in Betracht, von denen eine Anzahl beschrieben und die Wirkung durch Tabellen und Diagramme anschaulich gemacht wird. J. M. Scott Maxwell[70]) erblickt in der wissenschaftlichen Betriebsführung (System Taylor) eine Lösung des Kapital- und Arbeitsproblems, weil sie auf Individualisierung hinarbeitet, die im Gegensatz zu der Sozialisierung die Kulturentwicklung zu hohen Spitzenleistungen bringt.

Die ETZ bringt sehr umfangreiche Ausführungen über die deutsche Industrie in den Kriegsjahren. Während des Krieges mußten solche Veröffentlichungen im Interesse der Landesverteidigung unterbleiben. — Sieg[71]) beginnt mit der Entwicklung der Akkumulatorenindustrie, insbesondere mit ihrer Anwendung auf U-Booten. Philippi[72]) berichtet über die Elektrizität im Bergbau, Meißner[73]) über die Entwicklung der drahtlosen Telegraphie und Kruckow[74]) über die Entwicklung und Anwendung der Telephonie und Telegraphie. Ferner sind Abhandlungen vorhanden von Steinhaus[75]) über die Entwicklung der el. Beleuchtung, von Kußler[76]) über Hebe- und Förderanlagen, von Fr. Schmidt[77]) über Elektrizitätswerke, von G. W. Meyer[78]) über den elektromotorischen Einzelantrieb, von V. Engelhardt[79]) über die Entwicklung der Elektrometallurgie, von Cohn[80]) über elektrische Leitungsanlagen für Starkstrom, von Probst[81]) über Schaltapparate und Schaltanlagen, von Buschkiel[82]) über die Elektrizität in der Landwirtschaft, von Arndt[83]) über die Elektrochemie im Kriege, von Boruttau[84]) über Elektromedizin und von

Reuleaux[85]) über die Entwicklung des Eisenbahnsicherungswesens. Dann liegt noch ein Bericht vor von Mendel[86]) über die deutsche Elektrizitätsindustrie in den Kriegsjahren 1917 und 1918.

Auch über die österreichisch-ungarische Elektrizitätsindustrie im Kriege ist eine Veröffentlichung von Honigmann[87]) vorhanden, die für die Niederösterreichische Handels- und Gewerbekammer in Wien ausgearbeitet worden ist. In der Veröffentlichung sind u. a. Zahlentafeln über die Einfuhr und Ausfuhr enthalten.

Fast die ganze Welt, besonders die seither feindlichen Länder rüsten sich, um unsere Ausfuhr lahmzulegen. Schon durch die völkerrechtlich unzulässige Beschlagnahme unserer Unterseekabel[88]) sind wir sehr geschädigt worden. Die englische Elektrizitätsindustrie[89]) fordert ein Einfuhrverbot für alle Waren feindlichen Ursprungs auf die Dauer von mindestens 12 Monaten nach Kriegsende, ein weiteres Jahr Einfuhr nur ausnahmsweise gegen Lizenzerteilung. Anderseits sollen die englischen Fabrikate durch Zölle geschützt werden. Ein besonderes Ministry of Reconstruction[90]) ist ins Leben gerufen worden, um die Bestrebungen der Ausschaltung des deutschen Marktes zu unterstützen. Wie Speiser[91]) schildert, bemüht sich Amerika, den gesamten Welthandel an sich zu reißen. Selbst in Frankreich und England beklagen sich die Hüttenbesitzer, daß die Amerikaner das Eisen zu einem billigeren Preise vor die Tür liefern, als sie es selbst erzeugen können. In der Schweiz[92]) ist ein Exportverband gegründet worden, der die schweiz. Erzeugnisse als geschlossenes Ganzes nach außen hin vertreten soll.

Trotzdem läßt man in Deutschland den Mut nicht sinken. Brandt[93]) empfiehlt weitgehendsten Zusammenschluß, da nur engste Zusammenarbeit und Beseitigung aller vermeidbaren Unkosten überhaupt noch zum Erfolg führen können. Schaller[94]) von der Julius Pintsch-A.-G. äußert sich über die Aussichten nicht ungünstig, fordert aber, daß man unbedingt mit Rücksicht auf die schlechte Valuta hohe Preise verlangen soll, auch wenn diese noch so phantastisch erscheinen. Auch Geheimrat F. Deutsch[95]) von der AEG warnt vor dem Verschleudern deutscher Arbeit.

Von Interesse sind die Berichte[96]) über die Erfahrungen mit Ersatzmetallen, die zum Teil nicht ungünstig lauten. So hat sich das Aluminium recht gut bewährt, während das bei Zink nicht der Fall ist.

Der Reichskommissar für Eisen- und Metallbearbeitung im Reichswirtschaftsministerium (früher Demobilmachungsamt) hat einen Fachausschuß ernannt, dem eine Mitwirkung und die Regelung bei der Vergebung von Unterlieferungen übertragen worden ist. Kyrieleis[97]) schildert ausführlich die Arbeiten dieses Ausschusses für eine möglichst weitgehende Verteilung von Unterlieferungen an notleidende Betriebe. Ebenso hat der Fachausschuß bei der Verordnung über die Tariferhöhung der EW mitgewirkt.

Schließlich sei noch bemerkt, daß die Arbeitgeberverbände der Elektrizitäts-, Gas- und Wasserwerke Deutschlands eine Geschäftsstelle[98]) in Berlin errichtet haben, durch die die Erfahrungen der einzelnen Bezirksverbände, ihre Tarife u. dgl. in lebendiger Form ausgetauscht werden sollen.

[1]) G. Klingenberg, ETZ S 118. — El. Kraftbetr. S 73. — [2]) E. Schiff, ETZ S 299. — [3]) Block, ETZ S 533, 546. — [4]) ETZ S 639. — [5]) Mitt. Ver. EW S 217. — ETZ S 571. — [6]) ETZ S 683. — [7]) ETZ S 52. — [8]) ETZ S 417. — [9]) A. Vietze, EW 6. Jg, S 195. — [10]) E. Mattern, ETZ S 492. — [11]) H. Dröse, Die Ausnutzung der Wasserkräfte des Oberrheins, G. Braun, Karlsruhe. — [12]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 607. — [13]) ETZ S 38. — [14]) M. Levy, ETZ S 30. — [15]) L. Schröder, ETZ S 48. — [16]) H. Bredow, ETZ S. 49. — [17]) O. Behrend, ETZ S 80. — [18]) A. Lietke, ETZ S 80. — [19]) H. Cassirer, ETZ S 81. — [20]) G. Montanus, ETZ S 81. — [21]) H. Karg, ETZ S 106. — [22]) Schmitz, ETZ S 156. — [23]) H. Heinricy, ETZ S 239. — [24]) W. Lahmeyer & Co., ETZ S 302. — [25]) ETZ S 342. — [26]) Schmitz, ETZ S 343. — [27]) G. Siegel, ETZ S 357. — [28]) W. Kyrieleis, ETZ S 350. — [29]) Techn. u. Wirtsch. S 50. — [30]) Thierbach, Techn.

u. Wirtsch. S 261. — [31]) G. Brecht, ETZ S 192, 249. — Mitt. Ver. EW S 85. — [32]) G. Klingenberg, ETZ S 250. — [33]) Passavant, ETZ S 261. — [34]) Henke, ETZ S 261. — [35]) v. Raumer, ETZ S 263. — [36]) C. L. Weber, ETZ S 263. — [37]) Spannuth, ETZ S 282. — [38]) Breul ETZ S 283. — [39]) Dyes, ETZ S 284. — [40]) Wöhrle, ETZ S 284. — [41]) ETZ S 391. — Mitt. Ver. EW S 73. — EW, 7. Jg, S 142. — [42]) ETZ S 404. — [43]) ETZ S 420. — [44]) H. Spengel, ETZ S 434. — [45]) Mitt. Ver. EW S. 149. — EW, 7. Jg, S 70. — [46]) ETZ S 569. — Mitt. Ver. EW S 237. — [47]) Mitt. Ver. EW S 245. — [48]) Meyer-Lülmann, Mitt. Ver. EW S 285. — [49]) EW, 7. Jg, S 151. — El. Masch.-Bau S 267. — [50]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 113, 115, 131, 166, 170, 181, 182, 265, 502, 559, 577, 598, 604, 632, 639, 677, 755, 775. — El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 686, 719, 751; Bd 85, S 6, 39, 71, 105. — [51]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 559, 598, 632, 639, 677, 775. — [52]) El. Masch.-Bau S 111. — El. Kraftbetr. S 149. — [53]) Kloß, Mitt. Ver. EW S 218. — [54]) G. Siegel, ETZ S 461. — [55]) Fr. Schmidt, ETZ S 558. — [56]) G. Siegel, ETZ S 558. — [57]) C. Feldmann, ETZ S 667. — [58]) EW, 6. Jg, S 175. — [59]) W. Coermann, El. Kraftbetr. S 89. — [60]) ETZ S 328. — El. Kraftbetr. S 164. — EW, 7. Jg, S 118. — Mitt. Ver. EW S 234. — [61]) ETZ S 193. — [62]) Reindl, EW, 6. Jg, S 157. — [63]) ETZ S 308. — [64]) ETZ S 653. — El. Kraftbetr. S 189. — [65]) EW, 6. Jg, S 175. — [66]) ETZ S 56. — [67]) ETZ S 220. — [68]) Mitt. Ver. EW S 108. — [69]) G. F. Zimmer, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 657. — [70]) J. M. Scott Maxwell, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 716. — [71]) E. Sieg, ETZ S 77. — [72]) W. Philippi, ETZ S 89. — [73]) A. Meißner, ETZ S 113. — [74]) Kruckow, ETZ S 127. — [75]) A. Steinhaus, ETZ S 149. — [76]) W. A. Kußler, ETZ S 161. — [77]) Fr. Schmidt, ETZ S 185. — [78]) G. W. Meyer, ETZ S 197. — [79]) V. Engelhardt, ETZ S 209. — [80]) P. Cohn, ETZ S 221. — [81]) H. Probst, ETZ S 245. — [82]) Buschkiel, ETZ S 369. — [83]) K. Arndt, ETZ S 381. — [84]) H. Boruttau, ETZ S 421. — [85]) Reuleaux, ETZ S 433. — [86]) J. Mendel, ETZ S 293. — [87]) E. Honigmann, ETZ S 322, 334. — El. Masch.-Bau S 295. — [88]) ETZ S 184. — [89]) ETZ S 100, 112. — [90]) EW, 7. Jg, S 13. — [91]) Speiser, Techn. u. Wirtsch. S 556. — [92]) EW, 7. Jg, S 25. — [93]) A. A. Brandt, ETZ S 130. — [94]) EW, 7. Jg, S 275. — [95]) ETZ S 607. — [96]) Glückauf, Bd 54, S 628. — ETZ S 94. — [97]) W. Kyrieleis, ETZ S 266. — EW, 7. Jg, S 202. — [98]) ETZ S 377.

Technische Vorschriften und Normalien.

Von Generalsekretär Dr.-Ing. e. h. G. Dettmar.

Normalien des VDE. Während in den letzten Jahren die Arbeiten des VDE fast vollständig unter dem Einfluß des Krieges standen, waren sie während des Jahres 1919 voll durch die Übergangswirtschaft beherrscht. Es war notwendig, die durch den Krieg geschaffene abnormale Lage allmählich wieder in normale Verhältnisse überzuführen, und es wird wohl mindestens bis Ende 1920 dauern, bis dies einigermaßen erreicht sein wird. Neben diesen Übergangsbestimmungen wurden aber schon wieder die Friedensarbeiten aufgenommen, und es konnten auch schon einige zum Abschluß gebracht werden. Es seien in Nachstehendem zunächst die Übergangsbestimmungen behandelt und dann die normalen Arbeiten, die dauernden Wert haben.

Die Kommission für Errichtungs- und Betriebsvorschriften[1]) hat den größten Teil der während der Kriegszeit zugelassenen Änderungen der Errichtungsvorschriften aufgehoben und für die Übergangszeit nur noch einige Ausnahmen zugelassen, soweit sie durch wesentliche konstruktive Änderungen, deren Durchführung unter den Verhältnissen unmöglich war, bedingt wurden. Die Bestimmungen über Freileitungen wurden aber wesentlich geändert. Die Verwendung von Kupfer war zunächst verboten worden, was jedoch schon im Laufe des Jahres 1919 wieder aufgehoben werden konnte. Es wurde des weiteren die Berechnungsart der Leitungen insofern geändert, als die bisher gültige Formel $(190 + 50d)\,g$ für 1 m Leitungslänge abgeändert wurde in $(180\sqrt{d})\,g$. Für Aluminium wurde eine Zugbeanspruchung von 9 kg/mm² zugelassen, und es wurde

die zulässige Beanspruchung der Eisenkonstruktionen und der Mastfundamente erhöht. — Die Draht- und Kabelkommission[2]) hat zunächst die Verwendung von Eisen ganz und die von Zink für bewegliche Leitungen, Panzeradern und für Kabel aufgegeben, sowie die Manteldrähte mit Bleiumpressung gestrichen. Es mußte jedoch noch die Verwendung von Kupfer in den meisten Fällen vermieden werden. Im Laufe des Jahres konnte dann Kupfer wieder zugelassen werden, so daß isolierte Leitungen für Kupfer, Aluminium und Zink nebeneinander zur Verwendung kamen. Für Baumwolle wurde der Ersatz durch Papiergarn immer weiter durchgeführt. Mit Rücksicht auf die geringen Kupferbestände und auf die Verarbeitung von Altkupfer mußte die zulässige Leitfähigkeit heruntergesetzt werden. — Die Maschinennormalienkommission[3]) hat die Verwendung des Zinkes fast völlig fallen gelassen und soweit irgend möglich Aluminium für den Bau von Maschinen und Transformatoren vorgeschrieben. Kupfer wurde zunächst nur für einen beschränkten Anwendungszweck zugelassen. Im Laufe des Jahres wurde dann die Verwendung von Kupfer immer mehr erweitert. Es wurden außerdem Normen für Einheitstransformatoren mit Aluminiumwickelung aufgestellt, um die Lagerhaltung zu erleichtern. — Die Kommissionen für Installationsmaterial, Schaltapparate und Hochspannungsapparate[4]) haben gleichfalls die Ausnahmebestimmungen durchgearbeitet und für die wichtigsten Anwendungsgebiete wieder Kupfer und Messing zugelassen und, der Lage der Metallverhältnisse entsprechend, das Anwendungsgebiet von Kupfer und Messing schrittweise erweitert. Für solche Verwendungszwecke, für die Eisen und Zink ein guter Ersatz war, wurden aber diese Metalle zunächst noch beibehalten. Durch Verzeichnisse wurde jeweilig festgelegt, welche Metalle bei den verschiedenen Teilen der einzelnen Apparate Anwendung finden dürfen und diese Liste von Zeit zu Zeit verändert. — Die Kommission für Elektrizitätszähler[5]) hat die Ausnahmebestimmungen für Meßwandler ganz aufgehoben und die für Zähler abgeschwächt, und im Laufe des Jahres auch diese aufgehoben. Sie hat außerdem empfohlen, die Messung el. Arbeit bis 100 kW möglichst nicht auf der Hochspannungsseite vorzunehmen. — Die Kommission für Fernmeldeanlagen[6]) hat gleichfalls die für den Krieg aufgestellten Bestimmungen einer Durchsicht unterzogen, wobei zunächst noch die Verwendung von Kupfer ausgeschlossen bleiben mußte, so daß im wesentlichen Aluminium für diese Leitungen in Frage kam, später wurde auch hier wieder Kupfer zugelassen. Bei den Normalien für dreiteilige Taschenlampenbatterien ist die Abnahmeprüfung ergänzt worden.

An dauernden Normalien hatte der VDE während des Jahres 1919 aufgestellt die »Normalien für Zwerg-Edisongewinde« und »Normalien für zweiteilige Sicherungs-Schraubstöpsel mit Paßschraube«[7]) und die »Normalien für Flach- und Lötklemmen«[8]) sowie die »Normen für die Betriebsspannung el. Anlagen über 100 V«[9]). Mit der letzteren Arbeit ist eine wichtige Grundlage für die gesamte Starkstromtechnik gegeben worden, durch die hoffentlich bald eine Einheitlichkeit der Verwendung der Spannungen eintreten wird, damit dieses unglaubliche Durcheinander, das bisher auf diesem Gebiete geherrscht hat, in Zukunft allmählich verschwindet.

Österreich. Die im Berichtsjahre erlassene Anleitung für Bestimmungen über die Ausführungen und den Betrieb fremder elektrischer Starkstromleitungen bei Kreuzungen und Näherungen an Eisenbahnen[10]) enthält Erleichterungen für die Herstellung el. Starkstromleitungen über Bahnen für den Bereich der österreichischen Staatsbahnen. Ferner ist zu den allgemeinen Sicherheitsvorschriften ein elfter Anhang[11]) herausgegeben worden, der Bestimmungen über die Ausführung von Freileitungen enthält (Abänderung des 5. Anhanges) und einen Ersatz der §§ 74 bis 76 der Sicherheitsvorschriften darstellt.

Schweiz. Durch einen Aufsatz von L. v. Muralt[12]) wurde die Vereinheitlichung der Spannungen für Transformatoren und Motoren in der Schweiz eingeleitet, eine Frage, die das ganze Jahr hindurch in Fluß blieb[13]), ohne aber zum Abschluß zu kommen.

Die Normalisierung hat in der Schweiz im Jahre 1919 dadurch eine besondere Anregung erhalten, daß der Verein Schweizer Maschinenindustrieller die Initiative ergriffen hat, um alle Kreise der Technik zur Zusammenarbeit im »Schweizerischen Normalienbund« zu vereinigen.

[1]) ETZ S 41, 84, 457. — [2]) ETZ S 22, 42, 399, 470. — [3]) ETZ S 12, 32, 274, 470, 589. — [4]) ETZ S 62, 205, 217. — [5]) ETZ S 23, 62, 342. — [6]) ETZ S 53, 62, 217, 486. — [7]) ETZ S 399 — [8]) ETZ S 444. — [9]) ETZ S 457. — [10]) El. Masch.-Bau S 183, 519. — [11]) El. Masch.-Bau S 242. — [12]) L. v. Muralt, Bull. Schweiz EV S 35. — [13]) Bull. Schweiz EV S 36, 79, 207, 209, 233.

A. Elektromechanik.

II. Elektromaschinenbau.

Allgemeines. Von Oberingenieur Dr. Fr. Leyerer, Berlin. — Gleichstrommaschinen. Von Oberingenieur Dr. Fr. Leyerer, Berlin. — Wechselstromerzeuger und Synchronmotoren. Von Dr.-Ing. Franz Hillebrand, Berlin. — Induktionsmotoren. Von Oberingenieur W. Zederbohm, Berlin. — Wechselstrom-Kommutatormotoren. Von Oberingenieur M. Schenkel, Berlin. — Drehumformer und Gleichrichter, Elektromagnete, Transformatoren. Von Privatdozent Dr. Max Breslauer, Berlin. — Maschinenmessungen. Von Oberingenieur Leo Schüler, Berlin. — Betrieb: Regelung, Parallelbetrieb, Ein- und Ausschalten (Verfahren). Von Oberingenieur Leo Schüler, Berlin. — Anlasser, Regulierschalter, Belastungswiderstände und Widerstandsmaterial. Von Oberingenieur Chr. Krämer, Berlin.

Allgemeines.

Von Oberingenieur Dr.-Ing. Fr. Leyerer.

Der Kriegsschluß forderte von der Industrie Überleitung zur Friedenswirtschaft. — Eine Steigerung in der Größe der einzelnen Maschine war seit den im vorigen Jahrbuch erwähnten Generatoren von 60000 kVA nicht mehr zu verzeichnen, dagegen bestand eine äußerst starke Nachfrage nach kleinen und mittleren Maschinen. — Die neuen Verhältnisse zwingen zu äußerst rationeller Fabrikation, welche bei uns wie bei den ehemaligen Gegnern eine Zusammenfassung aller Kräfte erfordert. Über Vereinheitlichungen an el. Maschinen und Transformatoren berichtete Hissink[1]) in einem Vortrage im Zentralverband der deutschen el. Industrie. — Die Vereinigung französischer Konstrukteure el. Starkstrommaschinen macht Vorschläge[2]) über die Normalisierung der Turbogeneratoren und deren Erregermaschinen. Es werden darin behandelt: Leistung, Beginn und Dauer des Probebetriebes, Temperaturmessungen, dielektrische Festigkeit und Kommutation; außerdem mechanische Festigkeit, Geschwindigkeits- und Drehmomentsüberschreitungen, Verluste, Spannungsregelung, Kurzschluß und äußere Bezeichnungsweise der Maschinen. — Reichel[3]) berichtete in einem Vortrage im V. D. I. über die vorläufigen Grenzen im Elektromaschinenbau. Danach betragen bei uns die bisherigen Höchstleistungen: bei Fördermaschinen 3000 kW, Umkehrwalzmotoren 16000 kW, Schiffsmotoren 15000 kW, Dynamomaschinen und Transformatoren je 60000 kVA, bei Einankerumformern 5000 kW. Sämtliche Leistungen sind steigerbar, wenn Bedarf eintritt. Insbesondere müssen Dynamomaschinen von 150000 kVA als ausführbar bezeichnet werden.

Theoretische Arbeiten. Thomälen[4]) entwickelt für die Breite der Wendezone an Hand eines zweipoligen Ersatzschemas eine Formel, die für Wicklungen mit gleich langen und ungleich langen Spulenköpfen gilt, d. h. für Spulen, deren Unterstäbe in einer oder in zwei aufeinander folgenden Nuten liegen, während

deren Oberstäbe in einer Nut liegen (Treppenwicklung). Der Polwinkel des Wendepols beträgt:

$$\beta = \frac{2\pi}{k}\left[u - \frac{a}{p} + \gamma + (c - u \cdot \alpha)\right]$$

dabei ist k die Lamellenzahl des Kommutators, p die Polpaarzahl, 2a die Zahl der parallelen Stromkreise, γ die Bürstenbreite in Lamellenteilungen, u die Stabzahl einer Stabschicht in der Nut, c die Zahl der Stäbe einer Nutenschicht, die zu den kurzen Spulen gehören, α ein positiver echter Bruch, der die Nutenzahl pro Polteilung zu einer ganzen Zahl ergänzt. Ferner wird untersucht, welchen Einfluß die Weglassung einzelner Bürsten auf die Lage und Breite der einzelnen Wendezonen hat. Es ergibt sich, daß dann die obige Formel auch gilt, da man praktisch die einzelnen Wendepole nicht entsprechend den zugehörigen Wendezonen verschieden breit machen oder ihnen bei gleicher Breite nicht eine verschiedene Lage gegenüber den Bürsten geben kann.

Richter[5]) bringt eine ausführliche Abhandlung über den Entwurf von Bruchlochwicklungen (Teillochwicklungen), das sind Wechselstromwicklungen, bei denen die Nutenzahl für Pol und Phase (vom Verfasser als »Wicklungsstrang« bezeichnet) keine ganze Zahl ist. Bruchlochwicklungen haben danach gegenüber Ganzlochwicklungen den Vorteil, daß die Spulengruppen desselben Wicklungsstranges unter sich in der Phase verschoben sind. Dadurch werden im allgemeinen die Wicklungsfaktoren der Oberwellen in höherem Maße verkleinert als der Wicklungsfaktor der Grundwelle, so daß die Spannungskurve sich mehr der Sinusform nähert als bei der Ganzlochwicklung mit ungefähr derselben Nutenzahl. Da bei den Bruchlochwicklungen die unter verschiedenen Polen liegenden Spulenseiten (Nuten) Phasenunterschiede aufweisen, die nur Bruchteile von dem Phasenunterschied benachbarter Nuten betragen, so müssen auch die Oberwellen der EMK, die von der Nutung des Ankers herrühren, mehr oder weniger vollkommen unterdrückt werden.

Moser[6]) beweist allgemein, daß die gesamte an den Bürsten erscheinende Spannung eines im Wechselfelde rotierenden Gleichstromankers in zwei Komponenten zerlegt werden kann. Die eine davon wird durch ruhende, die andere durch dynamische Induktion hervorgebracht. Die Untersuchung ist durchgeführt für eine beliebige Stellung der Bürsten, auch unter sich, für ein beliebig geformtes Feld mit beliebigem zeitlichen Verlauf sowie für einen beliebigen Wicklungsschritt. Durch besondere Annahmen ergibt sich die Übereinstimmung der abgeleiteten Ausdrücke mit den sonst allgemein angewendeten Formeln. — Rein theoretisch untersucht Lajus[7]) die Bedingungen, unter welchen eine elektrische Maschine oder Transformator bei gegebener zulässiger Übertemperatur maximale Leistung entwickelt. Er kommt zu den bekannten Bedingungen: 1. Die Frequenz ist auf den höchst zulässigen Wert zu treiben; 2. in allen Teilen, welche Sitz elektromotorischer Kräfte sind, muß die Summe der Hysterese- und Foucaultverluste gleich den Jouleschen Verlusten sein. — Lehmann[8]) bringt eine Abhandlung über die magnetische Anziehung in dynamoelektrischen Maschinen.

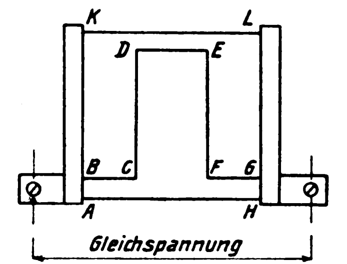


Abb. 1. Zur Ermittlung des Kraftlinienverlaufes in Nut und Zahn.

Über den magnetischen Widerstand des Luftspaltes bei dem Nutenanker der unbelasteten elektrischen Maschine liegt diesmal eine Untersuchung von Roeterink[9]) vor. Die rein mathematisch gefundenen Werte stimmen mit denen anderer Autoren überein, die das Problem schon früher gelöst haben (JB 1918, S 23). Roeterink untersucht jedoch außerdem das magnetische Feld experimentell durch Ausmessen eines analogen el. Strömungsfeldes in einer ebenen Platte. Diese hat dieselbe Umgrenzung *ABCDEFGH* (Abb. 1) wie

eine Nut und die beiden zur Nutteilung gehörigen anschließenden Stücke des Luftspaltes über den Zähnen. Die Platte, z. B. aus Nickel, wird an den Enden der Nutteilung an eine Gleichspannung gelegt und die el. Äquipotentiallinien, welche denselben Verlauf haben wie die magnetischen Kraftlinien, mittels eines Kontaktstiftes und eines Kompensators aufgenommen. Diese Methode ist für beliebige Nutformen verwendbar. Durch Parallelschaltung eines zweiten Bleches *KBCDEFGL* von der Form des Zahneisens kann der Kraftlinienverlauf in den Zähnen ermittelt werden. Das zweite Blech muß eine andere Leitfähigkeit haben entsprechend der größeren Permeabilität des Eisens gegenüber der von Luft.

Denton[10]) behandelt den Formfaktor von spitzen und flachen Wellen, seinen Einfluß auf die Eisenverluste und beschreibt einen einfachen Apparat, mit dem Spannungskurven verschiedener Formfaktoren sowie deren jeweilige Werte vorgeführt werden können.

Berechnung. Klein[11]) gibt für die Dimensionierung von Ankern elektrischer Maschinen Formeln, die aus einer von ihm früher angegebenen allgemeinen Dimensionierungsformel abgeleitet sind. — H. Müller[12]) ermittelt für überschlägige Zwecke den Wirkungsgrad und den Leistungsfaktor von Maschinen mit Wicklungen aus Ersatzmetallen, wenn die entsprechenden Werte für die Kupfermaschine und das Leistungsverhältnis beider Maschinen bekannt sind. Vorausgesetzt ist dabei, daß die Verluste und bei Drehstrommotoren auch der Magnetisierungsstrom beider Maschinen konstant bleiben.

Eine praktische Methode zur Berechnung von Magnetwicklungen erläutert Jakeman[13]) für den Fall, daß der errechnete Drahtquerschnitt in der Drahttabelle nicht vorhanden ist und man zwecks Vermeidung eines Justierwiderstandes die Spule mit dem nächst schwächeren und dem nächst stärkeren Draht der Vorratstabelle wickeln muß. — Der im Jahrbuch 1918, Seite 24, erwähnte Vortrag Hunter-Browns über Kohlenbürsten veranlaßte eine umfangreiche Besprechung[14]) in mehreren elektrotechnischen Vereinen Englands. — Murgatroyd[15]) reiht die in der Praxis verwendeten Bürstenmarken in folgende 5 Klassen ein: Reine Graphitbürsten, Graphit-Kohle-Bürsten, Kohlebürsten, Elektrographitbürsten und Metall-Graphitbürsten. Er gibt ferner Vorschläge für die Auswahl dieser Bürsten bei den verschiedenen Arten elektrischer Maschinen.

Mandl[16]) beschreibt eine Reihe von häufiger auftretenden Krankheitserscheinungen an elektrischen Maschinen und gibt die Mittel zur Beseitigung der Fehler. — Auch Worrall[17]) schildert eine große Anzahl von Ursachen, die in der Praxis zum Versagen von elektrischen Maschinen geführt haben.

Verluste. Fleischmann[18]) weist allgemein nach, daß bei stromverdrängungsfreien Leitern die Schwerpunkte der einzelnen Teilleiter in der Nut denselben Abstand vom Nutengrund besitzen müssen. Er zeigt ferner, daß das Gesetz bei einigen bereits bewährten Stabkonstruktionen erfüllt wird. — Lyon[19]) schreibt über Stromverteilung in Ankerleitern und entwickelt darin die bekannten Beziehungen zwischen Wechselstrom- und Gleichstromwiderstand massiver Leiter sowie die Abhängigkeit des Wechselstromwiderstandes von der Nutentiefe. Er weist dann auf die Anwendung tiefer Nuten bei Käfigankern von Induktionsmotoren für hohes Anlaufmoment und bei Dämpferwicklungen von Synchronmaschinen für asynchronen Anlauf hin.

Vidmar[20]) behandelt in einer längeren Arbeit Wirbelstromprobleme, allerdings nur bei massiven Stäben, ohne auf stromverdrängungsfreie Leiter, wie Kabelstäbe und verschränkte Stäbe einzugehen, mit denen es gelungen ist, die Wirbelstromverluste selbst bei stärkeren Leitern auf vernachlässigbare Werte zu bringen. Er zeigt mit Hilfe bekannter Formeln, wie die Lagenzahl der Leiter in der Nut für eine Typenreihe zunehmen muß, damit die Verluste bei größer werdender Maschine nicht allzusehr ansteigen und entwickelt eine kleinste kritische Lagenzahl. Da die Wirbelstromverluste umgekehrt proportional der Leitfähigkeit des Wicklungsmateriales sind, würde Aluminium gestatten, unter diese kritische Lagenzahl herabzugehen, so daß Aluminium ein zweckmäßiges

Material für die große Maschine wäre, wenn man eben auf massive Leiter angewiesen ist.

In einer zweiten Arbeit[21]) beschreibt Vidmar die Schwierigkeiten bei der Herstellung des Eisenkörpers von Maschinen und Transformatoren. Durch das Nacharbeiten der Bolzenlöcher und der Nutenwände im arbeitenden Eisen können Überbrückungen zwischen isolierten Blechen entstehen, so daß sich Wirbelstrombahnen bilden, welche größere Teile des Kraftflusses umfassen. Eine einfache Rechnung zeigt, daß besonders bei großen Maschinen in solchen geschlossenen Wirbelstromfäden Spannungen auftreten können, welche ein Heißwerden oder Erglühen von liegen gebliebenen Eisenspänen verursachen. Große Maschinen sind infolgedessen schweren Eisenkrankheiten ausgesetzt und Betriebsunfälle sind zu erwarten. Bei großen Transformatoren sind bereits Fälle solcher Eisenkrankheiten vorgekommen. Als Maßnahmen zur Bekämpfung dieser bezeichnet Vidmar: 1. Zuschneiden der unbeklebten Bleche, während das isolierende Papier für sich zugeschnitten und dann erst eingebaut wird, wobei man das Papier zweckmäßig überall ein wenig vorstehen läßt. Nach jedem 10. oder 20. Blech Einfügen einer kräftigen Preßspanzwischenlage, damit entstehende Defekte nicht weiterdringen können. 2. Möglichste Vermeidung von Preßbolzen, die das arbeitende Eisen durchsetzen; wo solche nicht vermieden werden können, reichliche Bemessung der Bolzenlöcher und Vermeidung der Nacharbeit. 3. Sorgfältige Entfernung der beim unvermeidlichen Nachfeilen der Nutenwände entstehenden Eisenspäne. 4. Sorgfältige Beobachtung der Leerlaufverluste und der Erwärmung im Prüfraum.

Erwärmung. Jakob[22]) sowie Rogowski und Vieweg[23]) untersuchen den Vorschlag Vidmars (s. JB 1918, S 25), in neuen Erwärmungsvorschriften einen zulässigen Höchstwert t_i der Temperatur im Innern von Magnetspulen festzulegen. Da man t_i nicht direkt messen kann, hatte Vidmar vorgeschlagen, diesen Höchstwert aus der durch Widerstandsmessung ermittelten Temperatur t_w und der durch Thermometermessung zu bestimmenden Oberflächentemperatur t_0 zu berechnen aus der Beziehung $t_i = 2\,t_w - t_0 = t_w + (t_w - t_0)$. Jacob leitet, rein theoretisch, zu diesem Zweck für die gleichmäßig gewickelte und durch ihren eigenen Strom homogen geheizte Spule von rechteckigem Querschnitt die Gleichung der Temperaturverteilung im stationären Zustand ab; vorausgesetzt ist dabei überall gleiche Oberflächentemperatur. Er findet den Vorschlag Vidmars begründet und empfiehlt die Beziehung $t_i = 1{,}9\,t_w - 0{,}9\,t_0$. Rogowski und Vieweg berichten über angestellte Messungen. Sie fanden, daß der Vorschlag zu befriedigenden Ergebnissen führt, wenn es sich um nicht umbänderte Spulen handelt. Bei eingewickelten Spulen jedoch müßte die Oberflächentemperatur nicht über, sondern unter der Bandage gemessen werden, was etwa durch Einbau eines Thermoelementes in der Oberfläche eines Spulenkopfes gemacht werden könnte. Die Amerikaner bauen bekanntlich solche Thermoelemente selbst in die Anker ihrer Maschinen ein.

Bethge[24]) zeigt in der Ergänzung einer früheren Mitteilung (JB 1918, S 26), daß der gelüftete Bahnmotor dem gekapselten nicht nur im Dauerbetrieb, sondern auch hinsichtlich der Spitzenbeanspruchung überlegen ist, da infolge seiner günstigeren Erwärmungsverhältnisse die zulässige Spitzenleistung besser ausgenutzt werden kann. Die Anschaffungskosten für die Einheit der im Betrieb auftretenden Spitzenbelastungen betragen beim gelüfteten Motor auch nur etwa zwei Drittel derjenigen für den gekapselten Motor, wie das auch bezüglich der Dauerleistung der Fall ist.

Mechanische Konstruktion. Über die Theorie der dynamischen Auswuchtung von rasch umlaufenden Maschinenteilen berichten Heymann[25]) und Brinton[26]). Hein[27]) behandelt den Ungleichförmigkeitsgrad bei direkt gekuppelten Dynamomaschinen. Dieser soll, um ruhiges Brennen der gespeisten Lampen zu erreichen, bei Gleichstromgeneratoren nicht größer als $^1/_{150}$, bei Wechselstromgeneratoren nicht größer als $^1/_{250}$ oder noch kleiner sein, wenn Parallelschaltung in Frage kommt. Der tatsächliche Ungleichförmigkeitsgrad hängt auch vom Zusammen-

bau zwischen Dynamo- und Antriebsmotor ab, insofern bei der kritischen Drehzahl Resonanz zwischen der Dynamopendelung und den Schwingungen der Antriebsmaschine eintreten kann, welche den berechneten Ungleichförmigkeitsgrad an der Dynamo auf ganz unzulässige Werte hinaufdrückt. In einem Fall aus der Praxis mußte der Abstand zwischen Schwungrad und Dynamo verringert und das dazwischen liegende Wellenstück verstärkt werden, um einwandfreies Licht zu erhalten.

Wolf[28]) beschreibt eine Reihe von patentierten Einzelheiten in der praktischen Ausführung von Ankerwicklungen). Ein Aufsatz im El. Anz.[29]) behandelt patentierte neuere Kühleinrichtungen für elektrische Maschinen. Auf die zahlreichen Ausführungen beider Aufsätze kann hier nicht eingegangen werden; einige sind schon in vorhergehenden Jahrgängen des Jahrbuches erwähnt. — Ein Referat[30]) beschreibt eine Kühleinrichtung für Feldwicklungen, die aus zwei konzentrischen Spulen bestehen; durchbrochene Abstandhalter gestatten freie Bewegung der Kühlluft im ringförmigen Hohlraum zwischen den beiden Spulen. — Ferner erschien eine Beschreibung[31]) der Ankerwickelmaschinen der Langbein-Pfanhauser-Werke, A.-G., Leipzig. Mit diesen Wickelmaschinen kann bei kleineren Ankern gegenüber Hand- oder Schablonenwicklung große Lohnersparnis bei voller Schonung der Drähte erzielt werden.

Lees[32]) zeigt an Hand einiger Ausführungsbeispiele, daß der Durchbildung der Ventilatoren gelüfteter Maschinen oft nicht genügend Aufmerksamkeit geschenkt wird, und daß Zusammenbruch von Maschinen häufig durch Bruch der Ventilatoren verursacht wird. — Girdlestone[33]) beschreibt den von der Westminster Engineering Co., Ltd., verwendeten Kohlenbürstenhalter. Die Kohle desselben wird, wie jetzt meistens, radial zum Kommutator geführt und von einer in der Kohlenachse liegenden Spiralfeder angepreßt. Die Feder liegt geschützt in einem Rohr, das zwecks Verstellung der Federkraft durch ein außen eingeschnittenes Gewinde ebenfalls radial verstellt werden kann. — Soulier[34]) gibt eine Beschreibung der aus Automobilmotor und Gleich- oder Wechselstromdynamo bestehenden Aggregate verschiedener Größe, welche bei den Armeen unserer Gegner äußerst zahlreich zu den verschiedensten Zwecken verwendet wurden. Die Maschinen sind mit zugehörigem Brennstoffbehälter, Kühler und Verteilungsschalttafel zusammengebaut.

Einige Isolatorkonstruktionen (Antivibratoren), welche die Übertragung der Vibrationen von Maschinen auf den Maschinenhausboden verhindern sollen, beschreibt Eason[35]). Er gibt folgende Ratschläge: 1. Die Unterlagen sollen so elastisch wie möglich sein. 2. Wenn für die Unterlagen verschiedene Materialien verwendet werden, sollen die harten Materialien (Eisen) nahe an den weichen (Filz, Kork) liegen. 3. Eine Vermehrung des Druckes des Isolationsmateriales ist vorteilhaft, eine reine Vergrößerung der Fläche oder der Dicke dagegen nicht. — Schacht[36]) beschreibt Fundamentsockel, welche ebenfalls die Fortpflanzung von Erschütterungen verhindern sollen.

[1]) Hissink, ETZ S 439. — [2]) Rev. Gén. El. Bd 5, S 517, 551. — [3]) W. Reichel, Z. Ver. D. Ing. S 1155. — [4]) A. Thomälen, ETZ S 321. — [5]) R. Richter, Arch. El. Bd 8, S 214. — [6]) R. Moser, El. Masch.-Bau S 25. — [7]) H. Lajus, Rev. Gén. El. Bd 5, S 467. — [8]) Th. Lehmann, Rev. Gén. El. Bd 6, S 754, 802. — [9]) F. M. Roeterink, Arch. El. Bd 7, S 292, 333, 334. — [10]) F. M. Denton, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 475. — [11]) L. Klein, ETZ S 7, 403. — [12]) H. Müller, ETZ S 479. — [13]) R. G. Jakeman, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 577. — [14]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 7, 97, 232; Bd 84, S 54, 108, 286. — [15]) F. Murgatroyd, El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 488. — [16]) A. Mandl, El. Masch.-Bau S 93. — [17]) G. W. Worrall, El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 154, 185. — Rev. Gén. El. Bd 6, S 727. — [18]) L. Fleischmann, Arch. El. Bd 8, S 203. — [19]) W. V. Lyon, El. World Bd 74, S 66. — [20]) M. Vidmar, El. Masch.-Bau S 69. — [21]) M. Vidmar, El. Masch.-Bau S 1, 17. — [22]) M. Jakob, Arch. El. Bd 8, S 117. — [23]) W. Rogowski u. V. Vieweg, Arch. El. Bd 8, S 329. — [24]) W. Bethge, El. Kraftbetr. S 241. — [25]) H. Heymann, ETZ S 234, 251, 263, 290. — [26]) C. C. Brinton, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 128. — [27]) J. Hein, Mitt. AEG S 141. — [28]) W. Wolf, Helios Fachz. S 97, 105,

113. — [29]) El. Anz. S 279, 283, 297, 303, 314, 339. — [30]) Helios Fachz. S 102. — [31]) Helios Exportz. S 779. — [32]) S. Lees, El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 5. — [33]) J. O. Girdlestone, El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 53. — [34]) A. Soulier, Rev. Gén. El. Bd 6, S 111. — [35]) A. B. Eason, El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 684. — [36]) A. Schacht, El. Anz. S 731.

Gleichstrommaschinen.

Von Oberingenieur Dr.-Ing. Fr. Leyerer.

Theoretisches. Unger[1]) bringt eine Berichtigung zu einer vorjährigen Abhandlung über die Stirnstreuung bei Gleichstromankern (JB 1918, S 27). Die dort angegebene Formel muß lauten:

$$\lambda_s = 0{,}35\left(\log\frac{l_s}{r} + \frac{l_s}{\tau_p} - 2\right).$$

In einem Referat[2]) wird über experimentelle Untersuchungen von Hähnle am pendelnden Gleichstrom-Nebenschlußmotor mit Wendepolen berichtet. Die Untersuchungen, bei denen auch Oszillogramme aufgenommen wurden, ergaben, daß die Humburgschen Differentialgleichungen (JB 1912) die Pendelvorgänge wirklich genau wiedergeben und daß ihre Lösungen um so genauer sind, je kleiner die Pendelungen von Drehzahl, Ankerstrom und Erregerstrom sind. Das ist der Fall, weil dabei die Voraussetzung der Konstanz von einigen Größen eher erfüllt ist.

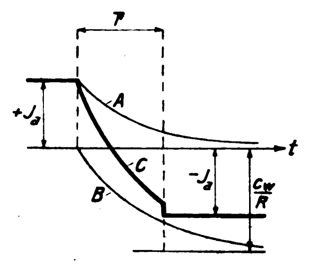


Abb. 2. Komponenten des Kurzschlußstromes einer Ankerspule.

Eine physikalische Betrachtung der Stromwendung gibt Siegel[3]). Bei Außerachtlassung der gegenseitigen Einwirkung der Kurzschlußspulen setzt sich der Kurzschlußstrom (Kurve C, Abb. 2) einer in Kommutierung befindlichen Spule aus 2 Teilen zusammen. Der eine Teil (Kurve A) stellt das Abklingen des Ankerstromes dar, welcher in der Spule bei Eintritt des Kurzschlusses vorhanden ist; der andere Teil (Kurve B) das Ansteigen eines Kurzschlußstromes, welcher durch die in der Spule mit dem Widerstand R vom Wendefeld induzierte EMK c_w hervorgerufen wird und am Ende der Kommutierungsdauer T wieder den Ankerstrom entgegengesetzter Richtung erreichen soll. Beide Teilströme verlaufen infolge der Induktivität der Kurzschlußspule als Exponentialkurven. In einer 2. Abhandlung weist Siegel[4]) nach, daß sich auch nach dieser Anschauung als erste Annäherung geradlinige Kommutation ergibt, wie sie sonst meist für Berechnung des Wendefeldes zugrundegelegt wird. Ferner entwickelt er, daß für günstigste Kommutierung das Wendefeld mit steigender Drehzahl abnehmen muß, und teilt Meßwerte mit, welche dieses Gesetz als richtig erweisen. — Bowron[5]) berichtet über experimentelle Aufnahme der Anker-EMK an einem kleinen unbelasteten Motor. Die Gegenspannung wurde an 2 Hilfsbürsten abgenommen, die in der neutralen Zone stehen gelassen wurden, während die Hauptbürsten von dieser neutralen Zone allmählich bis um 90° verschoben wurden. Dabei stieg, wie zu erwarten war, die Spannung an, zuerst langsam, dann schneller, bis bei etwa 70° Verschiebung ein Maximum von 190 bis 220% der zugeführten Netzspannung erreicht wurde. Bei weiterer Verschiebung sinkt die Spannung schnell, bei 85° Verschiebung bleibt der Motor stehen.

Metzler[6]) berichtet über den Entwurf von Nebenschluß-Reguliermotoren; er ermittelt an 2 Beispielen die Feldverteilung und die maximale Segmentspannung nach einer Methode von Pichelmayer und empfiehlt, die maximale Segmentspannung nicht über 40 bis 50 V ansteigen zu lassen, um ein Über-

schlagen am Kommutator zu verhindern. Dieser Wert dürfte in der Praxis zutreffen. — In einer anderen Arbeit vergleicht Metzler[7]) an einigen Beispielen die Genauigkeit verschiedener Methoden, welche zur Berechnung der Amperewindungen und der Eisenwärme in den trapezförmigen Zähnen verwendet werden und für den Entwurf kleiner Gleichstrommaschinen dienen. — Den Entwurf kleiner Gleichstromanker behandelt auch Wylie[8]).

Carter[9]) untersucht die Abhängigkeit des Wirkungsgrades der Gleichstrommotoren von der Verteilung der Gesamtverluste in konstante Verluste und solche, die sich mit der Belastung ändern.

Sachs[10]) entwickelt eine einfache Näherungsmethode, um aus der Leerlaufscharakteristik mit Hilfe einer von Arnold bei anderer Gelegenheit gegebenen Konstruktion die Drehzahlkurve eines Reihenschlußmotors (Bahn- oder Kranmotors) zu ermitteln. Die vorausberechneten Kurven sollen eine gute Übereinstimmung mit den an fertigen Maschinen gemessenen Werten ergeben.

Für physikalische Zwecke dient ein kleiner Motor nach Eccles und Jordan[11]). Statt der Schleifkontakte wird eine Glühkathodenröhre verwendet, so daß keinerlei Funken an einem Stromwender auftreten. Solche Motoren sind, bei Fehlen einer Wechselstromquelle, erforderlich für Versuche mit elektrischen Schwingungen.

In diesem Jahre erschien von dem Arnoldschen Buche über die Gleichstrommaschine die 3. Auflage des Bandes I über Theorie und Untersuchung, bearbeitet von J. L. la Cour.

Praktisches. Über das Rundfeuer bei Gleichstrommaschinen und seine Verhütung äußern sich Cramer sowie Storer und Hague. Ersterer[12]) findet auf Grund praktischer Erfahrungen in einer größeren Anlage, daß Automaten mit Parallelwiderstand, besonders schnellwirkende, günstig sind. Er empfiehlt ferner geeignete Anlage des Verteilungsnetzes und Einbau von widerstandsreichen Speiseleitungen oder von Strombegrenzungswiderständen, die aus wirtschaftlichen Gründen nur vorübergehend durch Schnellschalter in die Hauptspeiseleitungen eingeschaltet werden. Ferner wird der Einbau von Drosseln, die auch zur Spannungsregulierung verwendet werden können, in den Hochspannungskreis der Umformer empfohlen; auch soll zur Verringerung der Zahl der Kurzschlüsse bei Gleichstromspannungen von 1000 bis 2000 V der Isolation aller Teile der Anlage größere Beachtung geschenkt werden. Als unvollkommene Hilfsmittel bezeichnet Cramer Ankerparallelwiderstände und Schutzeinschachtelungen der Kommutatorbürsten nach Linebaugh und Burnham (JB 1918, S 29). Storer und Hague[13]) berichten über Versuche mit einem Funkenunterdrücker der Westinghouse Co. Ein vom Dauerstrom nicht durchflossener und infolgedessen leichter Kontaktapparat mit sehr geringer Schaltzeit veranlaßt bei Auftreten eines Gleichstrom-Kurzschlusses im Netz einen dreiphasigen Kurzschluß der Generatorwicklung mittels dreier Schleifringe. Dadurch wird der Kurzschlußstrom auf einen Wert begrenzt, den der Generator aushalten kann, ohne Rundfeuer zu erzeugen.

Vorbach[14]) bringt eine kurze Übersicht über die geschichtliche Entwicklung der Hebezeugmotoren und eine Beschreibung der neuen Gleichstromkranmotoren der AEG. Die Motoren haben Stundenleistungen von 4,5 bis 160 kW, sind für Senkkraftschaltung bei hohen Senkgeschwindigkeiten und für hohe Überlastungen beim Anfahren und Bremsen geeignet. Sie sind deshalb mit Wendepolen versehen und in kräftigster Bauart ausgeführt. — Die Siemens-Brothers Dynamo Works in Stafford haben einen großen Kehrwalzenzugsmotor[15]) von 14000 kW Spitzenleistung zum Antrieb eines Vor- und Fertigwalzwerkes geliefert und einen zweiten derartigen Motor in Bau. Der Motor ist kompensiert, ist gebaut für $\pm$ 60 bis 140 Umdrehungen, 1400 V und wiegt 300 t. Er besteht jedoch aus 3 starr miteinander gekuppelten Einzelmotoren, die von 2 Anlaßgeneratoren eines Leonard-Ilgner-Umformers gespeist werden. Die Unterteilung in 3 Motoren hat den Vorteil, daß kleinere, gangbare Motoren verwendet werden können und daß das Trägheitsmoment kleiner ausfällt als bei Ausführung in 1 Motor. Ferner vereinfacht sich der Transport.

Die Enclosed Motor Co.[16]) (London) hat die Bauart ihres »Emcol«-Motors (JB 1918, S 26) nun auch auf Gleichstrommotoren ausgedehnt. Die Motoren sind vollständig geschlossen. Die durch einen Ventilator bewegte Innenluft wird in axialen Kanälen des Magnetjoches zurückgekühlt, während die durch einen zweiten Ventilator bewegte rückkühlende Außenluft durch Kanäle, die zwischen den ersteren Kanälen liegen, strömt. Nach Versuchen soll ein derartiger geschlossener Motor für 35 kW die gleiche Leistung abgeben können wie als offener Motor. Die Erfinder glauben, geschlossene Maschinen wirtschaftlich bis 150 kW nach diesem Prinzip ohne weiteres bauen zu können und Maschinen bis 350 kW nach weiterer Ausbildung des Prinzips.

Laut Beschluß der Maschinennormalien-Kommission[17]) konnten vom 1. Juni ab Wicklungen und Kommutatoren von Gleichstrommaschinen wieder allgemein in Kupfer ausgeführt werden.

[1]) Fr. Unger, El. Masch.-Bau S 208. — [2]) M. Hähnle, ETZ S 254. — [3]) E. Siegel, El. Masch.-Bau S 473. — [4]) E. Siegel, El. Masch.-Bau S 587. — [5]) G. Bowron, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 468. — [6]) K. Metzler, Helios Fachz. S 121. — [7]) K. Metzler, Helios Fachz. S 1, 9. — [8]) C. R. Wylie, El. World Bd 73, S 571. — [9]) Th. Carter, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 222, 247, 275. — [10]) K. Sachs, El. Masch.-Bau S 233. — [11]) W. H. Eccles u. F. W. Jordan, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 670. — [12]) E. Cramer, ETZ S 506. — [13]) N. W. Storer u. F. T. Hague, El. Masch.-Bau S 203. — [14]) O. Vorbach, Mitt. AEG S 49. — [15]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 302. — [16]) El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 250. — Electr. (Ldn.) Bd 82, S 619. — [17]) ETZ S 274.

Wechselstromerzeuger und Synchronmotoren.

Von Dr.-Ing. F. Hillebrand.

Arbeiten allgemeinen Inhalts. Die allgemeine Theorie der Synchronmaschinen wurde im Berichtsjahr verhältnismäßig wenig bearbeitet. Brylinski[1]) untersucht den Einfluß der Hysterese bei der Berechnung der Ankerreaktion und kommt zu dem Ergebnis, daß die bisher allgemein geübte Vernachlässigung des Hystereseeinflusses berechtigt ist. — M. de Coninck[2]) entwickelt ein Diagramm zur genaueren Bestimmung des Erregerstromes bei Generatoren mit ausgeprägten Polen. In diesem Zusammenhang ist eine längere Arbeit von A. Blondel und F. Carbenay[3]) über eine experimentelle Bestimmung der Eigenschaften von Synchronmaschinen zu erwähnen. Bei Stillstand und bei Leerlauf durchgeführte Versuche ermöglichen, die Sättigungsverhältnisse an den einzelnen Maschinenteilen und die Streuung der verschiedenen Wicklungsteile zu ermitteln. Es werden Methoden entwickelt, um auf diese Weise alle zur Darstellung des Spannungsdiagramms erforderlichen Koeffizienten mit Berücksichtigung der Streuung zu ermitteln. — Biermanns[4]) befaßt sich wieder mit dem plötzlichen Kurzschluß von Synchronmaschinen. Er behandelt diesmal den Einfluß von Streckenwiderständen auf die Höhe und den Verlauf der auftretenden Überströme. Auch der Einfluß der Eisensättigung und etwa vorhandener Belastung vor Eintritt des Kurzschlusses wird berücksichtigt. Diese Untersuchung ist besonders wichtig zur Ermittlung der Stromverteilung von zusammengeschalteten Leitungsnetzen, wenn an einem Punkte des Netzes ein Kurzschluß erfolgt. An einem typischen Beispiel zweier zusammengeschalteter Zentralen wird die Rechnung durchgeführt. — Die praktischen Folgen eines Kurzschlusses in einem 9000 Volt-Netz werden im Electrician kurz beschrieben[5]). — Zu einer Arbeit von Benischke über den Parallelbetrieb von Synchronmaschinen nimmt Dreyfus[6]) Stellung und zeigt, daß die Grundlagen der herrschenden Theorie nicht erschüttert sind.

Synchronmotoren. Die Verwendung des Synchronmotors macht besonders in den Vereinigten Staaten von Amerika immer schnellere Fortschritte. Nach

Angaben von F. A. Lauper[7]) gehen manche EWe in Amerika schon so weit, für normale Betriebe bei Leistungen über 75 kW den Synchronmotor vorzuschreiben. So ist es nicht zu verwundern, daß dem Anlauf des Synchronmotors immer mehr Interesse entgegengebracht wird. — L. Dreyfus[8]) behandelt als Beitrag zur Lösung dieser Aufgabe im Anschluß an frühere Arbeiten die Berechnung des Querfeldes im Luftraum bei Stillstand der Maschine und Wechselstromerregung des Ankers, und zwar bei Berücksichtigung des Einflusses der gebräuchlichen Dämpfervorrichtungen und der endlichen Länge des Polschuhes. — Th. Schou[9]) versucht zu zeigen, wie mit Hilfe des Heyland-Diagrammes auch ein Einblick in die Anlaufverhältnisse von Synchronmotoren gewonnen werden kann, und wie insbesondere der Einfluß des Widerstandes des Dämpferkäfigs (Kupfer oder Messing) auf das Anlauf- und das Intrittfall-Moment zu ermitteln ist. Durch eine kombinierte Käfig-Ankerwicklung soll sowohl ein guter Anlauf wie ein sicheres Intrittfallen erreicht werden. — F. A. Lauper[7]) gibt mehr einen allgemeinen Überblick über die Eigenschaften, das Anwendungsgebiet und den augenblicklichen Stand der Anlauffrage bei Synchronmotoren. Die Schwierigkeiten, die der Einführung des Synchronmotors im größeren Maßstabe entgegenstanden, sollen bei richtig ausgelegter Käfigwicklung, bei Verwendung von lamellierten Polen und günstig gewähltem Polbedeckungsfaktor überwunden sein.

Asynchrongeneratoren. Die Notwendigkeit der restlosen Ausnutzung aller Energiequellen hat das Interesse im steigenden Maße wieder dem Asynchrongenerator zugewandt, der für die Verwertung kleiner Energiequellen besonders geeignet erscheint. Fuhrmann[10]) behandelt in elementarer Darstellung sehr ausführlich die Wirkungsweise, Vorzüge und das Anwendungsgebiet des Asynchrongenerators, auch die Verhältnisse beim Parallelbetrieb mit Synchrongeneratoren werden eingehend besprochen. Interessant ist die Beschreibung ausgeführter Anlagen, so die Abdampf-Turboanlage im Kraftwerke der New Yorker Hoch- und Untergrundbahn, in der 5 Asynchrongeneratoren von je 7500 kW den Abdampf von 9 Kolbendampfmaschinen ausnutzen, und die Abdampfturbinenanlage der British Westinghouse El. Co., bei der nach Angaben von Rosenberg eine Kombination von Synchron- und Asynchrongeneratoren benutzt ist. — Auch Adler[11]) befaßt sich mit der Arbeitsweise, mit dem Betriebsverhalten, dem Anwendungsgebiet und der zweckmäßigen Schaltanordnung von Asynchrongeneratoren. Spitzer[12]) zeigt vor allem, von welchen Faktoren die Mehrbeanspruchung der Synchronmaschinen bei parallelarbeitenden Asynchrongeneratoren abhängt, und in welcher Weise rasch ein Überblick über die auftretenden Betriebsverhältnisse gewonnen werden kann.

Hochfrequenzgeneratoren. Marius Latour[13]) beschreibt die verschiedenen Maschinentypen, die zur direkten Erzeugung von Hochfrequenzströmen großer Leistung (über 100 kW) in Frage kommen. Er unterscheidet dabei 5 Haupttypen. Bei Kaskadenmaschinen sind mehrere gleichartige Synchronmaschinen auf einer gemeinsamen Welle angeordnet. Die erste Maschine wird mit Gleichstrom erregt und liefert ihrerseits die Wechselstromerregerenergie für die zweite Maschine. Die zweite Maschine erregt wiederum die dritte und so fort. Mit einem 4 Maschinenaggregat dieser Ausführung erreichte 1912 Bethenod eine Frequenz von 24000 Per/s. Die sog. innere Kaskadenmaschine ist durch die Ausführung von Goldschmidt bekannt. Als dritte Type ist die Gleichpol-Scheibenmaschine genannt. Es ist auffallend, daß neben der Beschreibung einer 4- und einer 2 kW-Maschine von Lamme bzw. Alexanderson die im größten Maßstabe gebauten Ausführungen der Telefunken-Gesellschaft fehlen. Unter die vierte Gruppe sind die Gleichpolmaschinen gerechnet, die mit veränderlichem magnetischem Widerstand arbeiten; sie haben bekanntlich den Vorteil, mit geringer Nutenzahl im Ständer arbeiten zu können. Als fünfte Gruppe sind schließlich die Maschinen genannt, bei denen der Umfang des Ständereisens nur teilweise ausgenutzt ist.

Ausgeführte Maschinen. Von bemerkenswerten Ausführungen sind nur die drei großen Wasserturbinengeneratoren hervorzuheben, die von der Niagara-

Falls Power Co. bei drei verschiedenen Firmen gleichzeitig in Auftrag gegeben wurden. Es handelt sich um Einheiten von 32500 kVA bei 12000 V — 25 Per/s — 150 Umdr./min. Der von der Gen. El. Co. gebaute Generator wird kurz beschrieben[14]). El. Daten sind nicht angegeben. Mehrere Lichtbilder zeigen jedoch die großen Abmessungen der Maschine. — Ausführlicher beschreibt R. B. Williamson[15]) den von Allis-Chalmers gebauten vertikalen Maschinensatz. Generator und Turbinengehäuse sind in einem kräftigen Stahlgußgehäuse vereinigt. Rotor und Schaufelrad sind ohne Zwischenlager direkt zusammengeflanscht. Das zur guten Wärmeabfuhr stark unterteilte Statorblechpaket mußte wegen der Transportverhältnisse im Krafthaus selbst eingeschichtet werden. Genauere el. Daten sind auch hier nicht angegeben; es finden sich jedoch in der Beschreibung manche bemerkenswerten Hinweise über die konstruktive Durchführung der Maschine. — Zu erwähnen ist an dieser Stelle noch eine von Hein[16]) gegebene kurze Beschreibung der bei der AEG üblichen Ausführungsformen kompoundierter Ganz- und Halbformspulen, ihrer Vorteile und ihrer Anwendung.

[1]) E. Brylinski, Rev. Gén. El. Bd 6, S 228. — [2]) M. de Coninck, Rev. Gén. El. Bd 6, S 467, 644. — [3]) A. Blondel u. F. Carbenay, Rev. Gén. El. Bd 5, S 843. — [4]) J. Biermanns, Arch. El. Bd 8, S 275. — J. Biermanns u. G. Benischke, ETZ S 523. — [5]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 312. — [6]) L. Dreyfus, Arch. El. Bd 8, S 132. — [7]) F. A. Lauper, El. Rev. (Ldn.) Bd 85 S 772. — [8]) L. Dreyfus, Arch. El. Bd 7, S 379. — [9]) Th. Schou, El. World Bd 73, S 828. — [10]) W. Fuhrmann, Helios Fachz. S 353. — [11]) E. Adler, El. Masch.-Bau S 221. — [12]) O. Spitzer, El. Masch.-Bau S 425. — O. Spitzer u. E. Adler, El. Masch.-Bau S 256. — [13]) Marius Latour, Rev. Gén. El. Bd 5, S 557. — [14]) El. World Bd 73, S 1156. — [15]) R. B. Williamson, El. World Bd 74, S 456. — [16]) J. Hein, Mitt. AEG S 111.

Induktionsmotoren.

Von Oberingenieur W. Zederbohm.

Kreisdiagramm und Streuung. Ausgehend von der Theorie von Fynn stellt Genkin[1]) die allgemeinen Gleichungen der Asynchronmaschinen auf und zeigt, daß in allen Fällen das Problem auf das Studium eines einzigen Ersatzstromkreises für den induzierenden wie für den induzierten Teil zurückgeführt werden kann. Im gleichen Sinne werden nacheinander ein Drehfeldmotor, ein Einphasenmotor, ein Phasenwandler und ein Induktionszähler behandelt und die Ersatzstromkreise hierfür aufgestellt.

Lagron[2]) ergänzt seine im JB 1918, S 34, erwähnten Arbeiten über das Kreisdiagramm. Ihm scheint die Arbeit von Kloß (JB 1916, S 32) nicht bekannt zu sein, da er seinen Lesern zumutet, die Drehmomentkurven für verschiedene Läuferwiderstände aus dem Diagramm zu konstruieren.

Die von Sumec (JB 1918, S 22) beanspruchte Priorität auf die doppelt verkettete Streuung hat einen lebhaften Briefwechsel zwischen Sumec, Rogowski und Benischke[3]) hervorgerufen. Der letztere behauptet, die doppelt verkettete Streuung bereits vor 1904 gekannt zu haben. Inzwischen erschienen eine Anzahl weiterer Arbeiten über die doppelt verkettete Streuung, von denen die von Dreyfus[4]) in der Praxis wohl am schnellsten Eingang gewinnen wird. Dreyfus schlägt eine Definition der doppelt verketteten Streuung vor, die nicht mehr die magnetische Verkettung bei Stillstand, sondern bei Lauf berücksichtigt. Es zeigt sich, daß bei Lauf die höheren Harmonischen des Ständer- und Läuferfeldes als Sitz der doppelt verketteten Streuung anzusehen sind, und daß die doppelt verkettete Streuung mit dem Quadrat der Nutenzahlen abnimmt. Durch diese Überlegung verliert die Theorie der doppelt verketteten Streuung ihre bisherige umständliche und zeitraubende Ableitung und führt zu einer eleganten und einfachen Berechnung. Verglichen mit den Zahlen von Rogowski, wenn man die Richtigstellung einiger Werte durch Metzler[5]) berücksichtigt,

ergibt sich, daß der Mittelwert der doppelt verketteten Streuung bei Stillstand ebenso groß ist wie die doppelt verkettete Streuung bei Lauf. Das von Dreyfus angewandte Prinzip ist nicht neu. Erwähnt ist es schon von Niethammer, Siegel und Ossanna, aber keiner dieser Autoren hat die Auffassung so konsequent durchgearbeitet wie Dreyfus. — Niethammer[6]) ergänzt und bestätigt die Ausführung von Dreyfus dadurch, daß er sie mit seiner eigenen Theorie in Einklang zu bringen sucht. Er betont besonders das Vorkommen der Zahnkopfstreuung und gibt weiter noch eine Berechnungsweise für die Nutenstreuung unter Berücksichtigung der Stromverdrängung, der Stirnstreuung und der Flanschstreuung an, welch letztere die Streulinien von Zahn zu Zahn beiderseits des Blechpaketes erfassen sollen.

In welch einfacher Weise Dreyfus das Problem der doppelt verketteten Streuung scheinbar vollständig gelöst hat, beweist die vorgenannte Arbeit von Niethammer sowie die von Punga[7]), der, ausgehend von einer Arbeit Helmünds (ETZ 1909, S 841) nach dem Vektordiagramm der Zahnfelder die doppelt verkettete Streuung sehr eingehend bestimmt. Der Anteil der Differentialsowie der Zahnkopfstreuung an der doppelt verketteten Streuung wird gesondert behandelt und die Grenzfälle aufgestellt, bei denen die Zahnkopfstreuung bzw. die Differentialstreuung sich mit der doppelt verketteten Streuung decken soll. Diese Untersuchungen gelten, wie alle älteren Arbeiten, für Stillstand des Motors.

Anlauf. Das Kreisdiagramm gewährt einen außerordentlich guten Einblick in das Verhalten der Drehstrommotoren während des Laufes. Will man aber Anlaufverhältnisse berücksichtigen, so kann man das Kreisdiagramm zwar benutzen, muß aber umständliche und zeitraubende graphische bzw. analytische Berechnungen vornehmen. Durch das von Kloß (JB 1916, S 32) eingeführte Schlüpfungsverhältnis $\sigma : \sigma_k$, wobei σ_k die Kippschlüpfung darstellt, ist zwischen Drehmoment und Schlüpfung eine sehr übersichtliche Beziehung aufgestellt worden. Rüdenberg[8]) behandelt nun gewissermaßen in Fortsetzung der Arbeit von Kloß und wohl erschöpfend alle beim Anlauf von Asynchronmotoren mit Kurzschlußanker auftretenden Vorgänge, die für das Verhalten und die Bemessung des Motors von Bedeutung sind. Er betrachtet besonders die Beschleunigung von Schwungmassen und stellt eine Formel für die Anlaufzeit auf unter Benutzung einer Anlaufzeitkonstante, die für alle seine Betrachtungen das Fundament für die zahlenmäßige Auswertung bildet. Diese Anlaufzeitkonstante ist die Zeit, in der ein Motor irgendeine Schwungmasse beschleunigt, wenn während der ganzen Beschleunigungsperiode gleichmäßig die Kippleistung zur Verfügung steht. Aus seinen Ableitungen ergibt sich, daß man die geringste Zeit für reine Massenbeschleunigung braucht, wenn die Kippschlüpfung zu 40% gewählt wird. Hierbei ergibt sich ein Anlaufmoment, das gleich dem 0,68fachen des Kippmomentes ist. Es werden weiter Formeln für die günstigste Kippschlüpfung und die geringste Anlaufzeit abgeleitet. Die Darstellung der Ständer- und Läuferströme, abhängig vom Schlüpfungsverhältnis, wobei sich ergibt, daß der Ständer- und Läuferstrom beim Kippmoment gleich dem 0,71fachen Kurzschlußstrom ist, die Abhängigkeit der Stromverhältnisse von den Drehmomentverhältnissen, die Berechnung der Stromwärme in den Wicklungen, die das Ergebnis bringt, daß die beim Anlauf entstehende Läuferwärmemenge nur von der Drehzahl und dem Schwungmoment abhängig, dagegen ganz unabhängig von allen anderen mechanischen und elektrischen Abmessungen sowie von der Betriebsführung ist, daß sie die gleiche Beziehung darstellt wie die im Läufer aufgespeicherte Schwungarbeit, die Berechnung der Ständerwärmemenge und die aus allen seinen Betrachtungen sich ergebenden Beziehungen zu der Bemessung der Motoren sind eine wertvolle Bereicherung unserer Erkenntnis über das Verhalten der asynchronen Drehstrommotoren.

Der Kurzschlußankermotor scheint überhaupt mehr als bisher sich in Deutschland Eingang zu verschaffen. Niethammer[9]) betont, daß Schleifringankermotoren bis zu etwa 400 kW an öffentliche Netze angeschlossen werden und dabei meist mit Vollast anlaufen. Mit Rücksicht darauf können Kurzschluß-

ankermotoren, die in der Regel leer und mit Anlaßtransformator angelassen werden, mit einer Höchstleistung von 60% des größten in dem Netz sich befindlichen Schleifringankermotors Verwendung finden. Ottenstein[10]) gibt im Anschluß an eine Arbeit von Stiel einige durch die Nutenzahlen beeinflußte Erfahrungszahlen aus seiner Praxis über die Drehmomentverhältnisse von Käfigankern.

Bau. Um die Schwierigkeiten zu verhindern, die beim Anlauf von Kurzschlußankermotoren dadurch entstehen können, daß durch zu starke Erhitzung der Läuferwicklung das Lötzinn aus den Kontaktstellen zwischen Stäben und Kurzschlußringen herausgeschleudert werden kann, überzieht die Firma Bréguet[11]) diese Lötstellen mit einem Kupferüberzug nach dem Schoopschen Verfahren.

Um diese Schwierigkeiten des Auslötens zu vermeiden, werden in Amerika[12]) die Kurzschlußwicklungen bei Käfigankermotoren aus einem Stück gegossen, ein Verfahren, das auch vor dem Kriege bereits bei Siemens Brothers in England üblich war.

Die Maschinenfabrik Oerlikon[13]) baut Drehstrommotoren mit eingebautem rotierendem Anlaßwiderstand, der von Hand und auch durch Fliehkraftregler geschaltet werden kann, während Lebovici[14]) einen Motor mit umlaufendem Anlaßwiderstand beschreibt, bei dem der aus hochwertigem Widerstandsmaterial bestehende Anlaßwiderstand ein Teil der Läuferwicklung ist und in den Nuten liegt. Dieser Teil wird bei einer bestimmten Drehzahl durch Fliehkraftschalter kurzgeschlossen, ist aber bei Lauf noch drehmomentbildend.

Eine Beschreibung neuerer Ausführungen von Drehstrommotoren veröffentlicht die AEG[15]).

1) W. Genkin, Rev. Gén. El. Bd 5, S 539. — 2) L. Lagron, Rev. Gén. El. Bd 5, S 507. — 3) R. Rogowski, Sumec, Benischke, El. Masch.-Bau S 129, 436, 584. — 4) L. Dreyfus, El. Masch.-Bau S 149. — 5) K. Metzler, P. Koch u. L. Dreyfus, El. Masch.-Bau S 351. — 6) F. Niethammer, El. Masch.-Bau S 377. — 7) F. Punga, Arch. El. Bd 7, S 337. — 8) R. Rüdenberg, El. Masch.-Bau S 497, 512. — 9) F. Niethammer, El. Masch.-Bau S 604. — 10) S. Ottenstein u. W. Stiel, ETZ S 590. — 11) Rev. Gén. El. Bd 6, S 643. — 12) El. World Bd 73, S 844. — 13) Maschinenfabrik Oerlikon, El. Masch.-Bau S 41. — 14) J. Lebovici, El. Masch.-Bau S 445. 15) — Mitt. AEG S 124, 129. — El. Masch.-Bau S 13 (Anh. v. Heft 4).

Wechselstrom-Kommutatormaschinen.

Von Oberingenieur M. Schenkel.

Zusammenfassende Arbeiten. Philippi[1]) zeigt, daß die Wechselstrom-Kommutatormotoren für Fördermaschinen wegen der Anlagekosten der Apparatur und für Grubenbahnen wegen der Gefährdung von Menschenleben durch den Wechselstrom an Bedeutung eingebüßt haben. An anderer Stelle[2]) beschreibt er die Stellung der Drehstrom-Kommutatormaschinen innerhalb der elektrischen Fördermaschinenantriebe. — Die Firma BBC[3]) bringt einige Mitteilungen über den el. Antrieb von Schiebebühnen durch Drehstrom-Reihenschlußmotoren sowie an anderer Stelle[4]) über Elektro-Flaschenzüge mit Einphasenrepulsionsmotoren. — Moser[5]) beweist, daß sich die an den Bürsten eines im Wechselfelde umlaufenden Ankers erscheinende Spannung stets in zwei Komponenten zerlegen läßt. Er leitet dafür Formeln ab, für deren Gültigkeit die Bürstenstellung und der Wickelschritt beliebig gewählt werden können. Auch die Form des Feldes und dessen zeitlicher Verlauf dürfen beliebig sein. Lißner[6]) äußert sich dazu kritisch. — Biermanns[7]) hat die im Vorjahre erwähnten Ausgleichsvorgänge in Kollektormaschinen (JB 1918, S 38) als Buch herausgegeben.

Einphasen-Kommutatormaschinen. Döry[8]) entwickelt die allen Einphasenbahnmotoren gemeinsamen Eigentümlichkeiten. Er beschäftigt sich dabei besonders mit dem geschichtlichen Entwicklungsgange, der über die Repulsions- und kompensierten Repulsionsmotoren zum Reihenschlußmotor geführt hat. Der Kompensation, dem Blindverbrauche und der Transformatorspannung werden besondere Abschnitte gewidmet. — Gerstmeyer[9]) behandelt auch die Einphasenbahnmotoren, jedoch mehr vom Standpunkte ihrer Theorie und Wirkungsweise aus. — Altes[10]) beschreibt einen großen 20poligen Einphasen-Reihenschlußmotor, der zum Anwerfen eines 10000 kVA-Frequenzumformers dient und aus einem Netz mit der Frequenz 25 gespeist wird. Er bringt bei 300 Umdr./min ein Drehmoment von 4100 kgm auf. Eigentümlich ist die Aufteilung der Bürsten: Es werden statt dicker Bürsten dünne, jedoch dicht nebeneinanderstehende verwendet.

Hervorragendes Interesse findet die Frage der Nutzbremsung der Einphasenbahnmotoren. Monath[11]) gibt eine Übersicht über die bisherigen Verfahren und bespricht dann näher das Verfahren der AEG, bei dem einer der Einphasenmotoren einer Lokomotive als Erregermaschine für die anderen Motoren dient, die Nutzstrom in die Fahrleitung liefern. — Die von der Maschinenfabrik Oerlikon angegebene Schaltung (JB 1918, S 38) ist Gegenstand mehrerer Erörterungen. Schenkel[12]) behandelt ihre Stabilität und die Größe der erforderlichen Drosselspule zum Begrenzen des Stromes. Fleischmann[13]) zeigt den Zusammenhang zwischen dem Grade der Stabilität und den Verlusten des Motors. Kummer[14]) ermittelt ihre Schaulinien für verschiedene Geschwindigkeiten und Zugkräfte. Moser[15]) weist ihr einen schlechten Leistungsfaktor nach. Latour[16]) beweist ebenfalls, daß die Drosselspule sehr groß und der Leistungsfaktor sehr klein sein müssen. Er macht Vorschläge, wie man durch Verdrehen der Phase des Erregerstromes den Leistungsfaktor verbessern könne und gibt Schaltungen zur Herstellung eines richtigen Wendefeldes beim Generatorbetrieb an.

Mehrphasen-Kommutatormaschinen. Ehrmann[17]) beschäftigt sich mit der Theorie der mehrphasigen Kommutatormaschinen. — Osnos[18]) zeigt, daß Kommutatormaschinen auch dann noch mittels Gleichstrom regelbar bleiben, wenn sie mit Induktionsmotoren in Kaskade liegen und gibt die besonderen Umstände an, die in diesem Falle zu beachten sind (vgl. JB 1917, S 34). — Meyer[19]) beschreibt Phasenschieber zur Verbesserung des Leistungsfaktors großer Induktionsmotoren. — Hacault[20]) behandelt beschreibend die bekannten mehrphasigen Fördermotoren mit Kollektor. — Graetzmüller[21]) behandelt die bekannten Formen des Nebenschluß-Kollektormotors.

[1]) W. Philippi, ETZ S 89. — [2]) W. Philippi, ETZ S 57. — [3]) BBC-Mitt. Bd 6, S 27. — [4]) BBC-Mitt. Bd 6, S 41. — BBC-Druckschrift 593 D. — [5]) Moser, El. Masch.-Bau S 25. — [6]) Lißner u. Moser, El. Masch.-Bau S 92. — [7]) J. Biermanns, Magnetische Ausgleichsvorgänge, Verlag J. Springer 1919. — [8]) Döry, Die Einphasen-Bahnmotoren, Verlag Vieweg & Sohn, 1919. — [9]) Gerstmeyer, Wechselstrom-Kollektormotoren, Verlag Oldenbourg, 1919. — [10]) W. C. K. Altes, El. Masch.-Bau S 156; Gen. El. Rev. Bd 21, Nr 6. — [11]) Monath, El. Masch.-Bau S 461, 475; El. Kraftbetr. S 209, 217. — [12]) Schenkel, ETZ S 94. — El. Masch.-Bau S 172. — [13]) Fleischmann, ETZ S 219. — [14]) Kummer, Schweiz. Bauztg. Bd 73, S 13. — ETZ S 94. — [15]) Moser, ETZ S 123. — [16]) M. Latour, Rev. Gén. El. Bd 5, S 363. — [17]) Ehrmann, Bull. Soc. Franç. El. Bd 10, S 77. — [18]) M. Osnos, ETZ S 127. — [19]) G. W. Meyer, Helios Fachz S 225. — [20]) Hacault, Rev. Gen. El. B 6, S 623. — [21]) Graetzmüller, Rev. Gen. El. Bd 6, S 659.

Drehumformer und Gleichrichter, Elektromagnete, Transformatoren.

Von Privatdozent Dr. Max Breslauer.

Drehumformer. Die amerikanische Praxis der Verwendung hochgespannten Gleichstromes für Bahnzwecke führte zu Schwierigkeiten im Bau der erforderlichen Einankerumformer. Bisher half man sich durch Reihenschaltung von Typen für 600 bis 750 V. Neuerdings geht man zu solchen von 1200 bis 1500 V über. Während schon bisher die Schreckenserscheinung des Rundfeuers den regelmäßigen Betrieb in Frage stellte, ist diese jetzt um so mehr gefürchtet. Als Gegenmittel empfiehlt Humphrey[1]) zur Bekämpfung der Kurzschlußgefahr, die als Ursache für das Rundfeuer gilt, die Anwendung von sehr schnell wirkenden Automaten, die innerhalb 0,007 s unterbrechen. Außerdem werden am Kollektor Büchsen aus feuerfestem Stoff angebracht, die dicht um jeden Bürstenbolzen schließen und nur einen schmalen Luftspalt am Kollektor lassen. Durch solche Mittel soll das Rundfeuer, wie Versuche zeigen, tatsächlich unterdrückt werden. — Walker[2]) bespricht die verschiedenen Möglichkeiten zur Entnahme von Wechselstrom aus Drehstromnetzen. Er weist besonders auf die steigende Bedeutung el. Öfen hin, die mit Einphasenstrom wesentlich günstiger betrieben werden, ganz abgesehen von der Überlegenheit des Einphasenstroms im Bahnbetriebe usw. Aufgezählt werden als Mittel für die Umwandlung: 1. Drehstromerzeuger mit Dämpferwicklungen, die einseitig belastet werden können, 2. Motorgeneratoren mit ihrem schlechten Wirkungsgrad von höchstens 85% und ihren großen Kosten, 3. Ausgleichsapparate, sowohl ruhender als auch umlaufender Anordnung.

Wichtig ist natürlich nur die dritte Gruppe, von welcher die ruhenden Anordnungen darin bestehen, daß die Belastung der 3 Phasen durch Induktivität oder Kapazität möglichst gleichförmig auf die 3 Phasen verteilt wird, wobei allerdings der Übelstand unvermeidlich ist, daß bei Aufhören der Belastung die Zusatzströme eine umgekehrte Einseitigkeit der Belastung und damit Spannungsschwankung hervorruft.

Die umlaufenden Apparate sind im wesentlichen Motoren synchroner oder asynchroner Bauart in Verbindung mit Spannungserhöhern zum Spannungsausgleich und unsymmetrische Wicklungen. Man gewinnt allgemein den Eindruck, daß eine befriedigende, wirklich einfache und technische Lösung noch nicht vorliegt. — Kostko[3]) behandelt die verschiedenen Ursachen für die Schwankungen der Gleichspannung in Drehumformern, herrührend von der Ankerrückwirkung und bezogen sowohl auf ausgeprägte Pole mit konzentrierter Nebenschlußwicklung und Dämpferwicklung, wie auch verteilte Feldwicklung mit 2 Windungssystemen, die aufeinander rechtwinklig stehen, und von denen das eine kurz geschlossen ist. Die in der Dämpferwicklung auftretenden Ströme werden analytisch behandelt, ebenso wie bei verteilter Wicklung die Ströme in der kurzgeschlossenen Wicklung, und hieraus die Schwankung abgeleitet. — Die Gen. El. Co. beschreibt einen Fall[4]), wo die Erweiterung des Verteilungsgebietes einer Gleichstromzentrale dadurch ermöglicht wurde, daß 250 kW durch Drehumformer in Wechselstrom von 100 Wechseln verwandelt wird, der am anderen Ende ebenfalls durch Transformator und Einankerumformer wieder in Gleichstrom rückverwandelt wird. Die Frage nach dem Wirkungsgrad wird leider nicht beantwortet. Daß hier an der Verwendung eines Hg-Gleichrichters vorbeigegangen wurde, läßt darauf schließen, daß entweder das Vertrauen oder die Leistungsfähigkeit Englands auf diesem Gebiete noch gering ist. — Für die elektrochemische Industrie hat die AEG eine Maschinengruppe, bestehend aus 2 Gleichstromgeneratoren von 4200 kW mit dem bemerkenswert hohen Strom von 7500 A an jeden Kollektor gebaut[5]), die von einem Synchronmotor für 5200 V bei 100 Wechseln angetrieben werden und eine fliegend angebaute Erregermaschine haben. Wieder zeigt die gewählte Drehzahl von 300, daß bei freier Wahl der Geschwindigkeit trotz aller Verführung zur Gewichtsersparnis die Turbinengeschwindigkeit dem Elektromaschinenbau als etwas Unnatür-

liches aufgedrängt worden ist. — Der Kappsche Vibrator[6]) scheint sich allmählich doch als ein wichtiges Mittel zur Verbesserung des Leistungsfaktors großer Drehstrommotoren herauszubilden. Die Ausführungen von Perlewitz zeigen, welch beträchtliche Ersparnisse an Kabelbeanspruchung dadurch erzielt werden können, und Kapp selbst weist in der Erörterung zu dieser Arbeit darauf hin, daß außerdem auch noch eine beträchtlich erhöhte Überlastbarkeit gewonnen wird, die eben nur dadurch erzielt werden kann, daß der Ausgleich des Blindstromes im Anker des Motors vorgenommen wird. Keine andere Methode zur Verbesserung des Leistungsfaktors, wie Kapazität, Synchronmaschinen u. dgl., können dies leisten.

Ruhende Gleichrichter.

Quecksilberdampfgleichrichter. Immer fester wurzelt der Quecksilberdampfgleichrichter in den Hilfsmitteln der Elektrotechnik. Er ist ernstlich im Begriff, den Drehumformer gänzlich aus dem Felde zu schlagen und damit eine neue Entwicklungsstufe einzuleiten. Schon spricht man davon, die Schwierigkeiten des Baues von Gleichstrom-Turbogeneratoren dadurch zu umgehen, daß man an deren Stelle Drehstrom-Turbogeneratoren setzt und deren Energie durch den Hg-Gleichrichter in Gleichstrom umformt. — Wie aus vorgeschichtlichen Zeiten mutet daher ein Bericht von Sarrat[7]) vom September 1914 an, der erst jetzt wiedergegeben wird. Unter den verschiedenen Möglichkeiten der Umformung von Wechselstrom in Gleichstrom wird der Hg-Gleichrichter noch, als gänzlich außer Betracht kommend, abgetan und im übrigen die gewohnten Vergleichungen zwischen Motorgeneratoren, Einankerumformern, Kaskadenumformern gezogen. — Entgegen der großen Anzahl von Typen, die beim Gebrauch von Drehumformern mit ihrem Zubehör an Transformatoren, Schaltapparaten usw. erforderlich sind, wird mit Recht hervorgehoben[8]), mit wie erstaunlich wenig Typen der gesamte weite Verwendungsbereich durch Hg-Gleichrichter beherrscht werden kann. Derselbe Elektrodenabstand reicht für 65 V bis hinauf zu 650 V, die Wellenzahl des Wechselstromes bleibt ohne Einfluß, eine Abstufung ist nur erforderlich, insofern die Elektrodenfläche den wachsenden Stromstärken angepaßt werden muß, was aber auch durch Parallelschalten mehrerer Zylinder leicht erreichbar ist. So hat die Gleichrichtergesellschaft Glarus nach Béla Schäfer nur 2 Typen von Zylindern, nämlich für 250 und 500 A, ausgebildet. Der Parallelbetrieb ist durch Verwendung von Drosselspulen sichergestellt; diese können durch entsprechende Verbindung von Einzeltransformatoren mit jedem Gleichrichter auch vermieden werden. Hierfür werden eine Anzahl Schaltungsarten angegeben, deren Brauchbarkeit verglichen wird. In Verbindung mit 6phasiger Schaltung der Transformatoren ist es bemerkenswert, daß Drosselspulen auch mit nur 2 Eisenkernen Verwendung finden können. Die Wichtigkeit der Wahl der Schaltungen wird durch Kurven hervorgehoben, aus denen hervorgeht, wie stark der Spannungsabfall hierdurch beeinflußt werden kann. Auch die Möglichkeit einer Verbundschaltung zum völligen Ausgleich des Spannungsabfalles, ja sogar der Spannungserhöhung bei wachsender Last wird an bestimmten Schaltungen dargelegt. Anlagen bis zur Höhe von 16000 A bei 250 V und 550 A bei 1100 V sollen neuerdings ausgeführt worden sein. — In einem Streit[9]) gegen die Ausführungen von Spani, wonach die Verwendung von Hg-Gleichrichtern im Bahnbetrieb von den beiden führenden amerikanischen Firmen, der Gen. El. Co. und der Westinghouse Co., wegen schlechter Ergebnisse endgültig aufgegeben sein sollen, weisen BBC auf ihre Erfolge hin, insbesondere auf die erfolgreiche Hg-Dichtung und auf die Möglichkeit, jede beliebige Stromstärke durch Parallelbetrieb mehrerer Zylinder erreichen zu können. Als Höchstspannung wird allerdings erst 1200 V angegeben, die jedoch im Laboratorium bereits überschritten sein soll. Besonders wichtig ist die Mitteilung, daß bisher zwar die Verwendung des Hg-Gleichrichters auf der Lokomotive selbst noch nicht versucht worden ist, daß aber diese Verwendungsart als durchaus möglich ange-

sehen wird. — Höpp[10]) weist darauf hin, daß die Annahme, wonach die Zündung des Lichtbogens im Hg-Gleichrichter in dem Augenblicke erfolge, wo die Netzspannung Null ist, nicht zutreffen kann, da sie bei großer Primärdrosselspule bis zu 20 elektrischen Graden später auftritt. Er versucht diese Vernachlässigung, die in den meisten Fällen allerdings praktisch zulässig ist und zu einfachen Formeln führt, richtigzustellen und den Augenblick der Zündung durch genaue Formeln abzuleiten. Seine Formeln werden durch eine oszillographische Aufnahme bestätigt. — Mit Hilfe einer älteren Ableitung von Steinmetz entwickelt Nielsen[11]) auf analytischem Wege die Kurvenform von Strom und Spannung an Hg-Gleichrichtern und gelangt zu Formeln, die durch Oszillogramme bestätigt werden. — Clarnfeld[12]) weist auf die nunmehr 10jährigen Erfahrungen mit dem Hg-Gleichrichter hin und zeigt, daß er nach Überwindung der Kinderkrankheiten nahezu das Ideal erreicht hat, nämlich in bezug auf geringe Bedienung dem einfachen Transformer sehr nahe kommt. Irgendwelche Abnutzung war bisher nicht erkennbar, da drehbare Teile mit Ausnahme der Luftpumpe nicht vorhanden sind. Ein Zylinder von der Eisengießerei Meck in Rödelheim zeigte nach 4 Jahren ununterbrochenen Betriebes von täglich 12 h keine Spur von Abnutzung, als er voriges Jahr geöffnet wurde. Daher ist die Lebensdauer als praktisch unbegrenzt zu betrachten, jedenfalls aber weit jenseits der 15 Jahre, die für Drehumformer angenommen werden. — Bemerkenswert ist die Angabe, daß die Kontrolle des Gleichrichters in einem entfernten Unterwerk durch Fernmeldung von der Zentrale aus hinsichtlich Belastung, Luftleere und Erwärmung möglich sein wird, ebenso auch die Betätigung der Zündvorrichtung (Inbetriebsetzung). Die Überlegenheit gegenüber dem Drehumformer ist daher technisch und betriebsmäßig erwiesen, ob auch bezüglich der Kosten — wird nicht gesagt. Auch in dem Aufsatz von John[13]), worin der Hg-Gleichrichter der AEG beschrieben wird, ist über diesen Punkt nichts zu finden. Hier wird besonderer Wert darauf gelegt, daß bei wesentlicher Übereinstimmung der Bauweise mit der von BBC ein Unterschied in der Dichtung besteht, insofern diese nicht als Flüssigkeitsdichtung, sondern als Kompressionsdichtung ausgeführt wird, welcher die günstigsten Erfahrungen nachgerühmt werden. Gleichzeitig berichtet noch Schenkel[14]) über die Bemühungen der SSW, ebenfalls jetzt auf den Markt zu kommen, da die Patentlage dies erst seit Beginn des Jahres 1918 gestattet. Ohne Angabe besonderer Baueinzelheiten wird insbesondere die Typenreihe angegeben, nach welcher die kleinste Leistung mit 1,5 kW bei 91%, die größte Leistung 360 kW bei 95% Wirkungsgrad sich ergibt. — Die wachsende betriebstechnische Bedeutung des Hg-Gleichrichters wird durch eine Abordnung der Stadt Glasgow beleuchtet, die in ihrem Bericht[15]) zu dem Ergebnis kommt, daß trotz geringen Preisunterschiedes gegenüber den Drehumformern 4 Hg-Zylinder von je 240 kW von BBC zur Aufstellung in Glasgow empfohlen werden. Bemerkenswert sind die Gewichtsangaben, wonach der Drehumformer etwa 4½mal schwerer ist als der Hg-Gleichrichter. — Der Betriebsleiter einer kleinen Gleichstromzentrale, der seine Batterie und Lokomobile beibehält, findet[16]) nach Anschluß an die Drehstromüberlandzentrale durch Vermittlung eines Glasgleichrichters von 100 A bei 450 V, daß vom November 1916 bis April 1919 zwar eine Reihe von Kinderkrankheiten im praktischen Betriebe zu überwinden waren — insbesondere die mangelhafte Haltbarkeit des Glaskolbens —, daß im übrigen aber der Gleichrichter sich bewährt hat. Er rechnet mit einem Wirkungsgrad von 85%, während ein Drehumformer unter Berücksichtigung von 66% Belastung nur 65% geliefert hätte. Jetzt wird 94% verbürgt.

Elektrolytische Gleichrichter. Neben der überragenden Bedeutung des Quecksilberdampfgleichrichters wird der elektrolytische Gleichrichter für niedere Spannungen nicht bedeutungslos. Von einer Wiener Firma[17]) wird für Schwachstromanlagen, wie Ruhestromapparate im Telegraphendienst, Telephonanlagen und Hausapparate ein elektrolytischer Gleichrichter zum Anschluß an Wechselstromnetze in den Handel gebracht, dem gegenüber dem Batteriebetrieb größere

Betriebssicherheit, geringere Anschaffungs- und Unterhaltungskosten im Verhältnis 3 : 1 nachgerühmt werden. — Es handelt sich um kleine zylindrische Gefäße in Patronenform. — Bemerkenswert ist, daß hier das Bestreben vorliegt gegenüber der Erscheinung, daß bei Klingelanlagen mehr und mehr Wechselstrom in Gebrauch kommt, umgekehrt: Wechselstrom gleichzurichten.

Hochspannungsgleichrichter. Während augenblicklich alle Aufmerksamkeit bei Lösung der Aufgabe der Gleichrichtung hochgespannten Wechselstromes auf die Glühkathodenröhre gerichtet ist, geht S. Cohen[18]) auf die alte Gleichrichtereigenschaft von Spitze gegen Platte zurück. Er untersucht verschiedene Drucke und Gase und findet, daß bei einem Druck von etwa 3 kg/cm² in einer Ammoniakatmosphäre ein Wirkungsgrad bis zu 85% im Dauerbetrieb erreicht werden kann. Als Elektrodenstoff wird eine Legierung von Cu und Al günstig gefunden. Weitere Versuche sollen in der Richtung angestellt werden, daß einer Eisenspitze als Anode eine Kathode aus einer sich drehenden Al-Scheibe gegenübersteht.

Elektromagnete. Für die Berechnung der Spulen von Elektromagneten aller Art entwickelt Curchod[19]) eine Anzahl Formeln, die zur Erleichterung praktischer Rechnungen dienen und das Hin- und Hertasten vermeiden sollen. Wesentlich neue Gesichtspunkte sind in dieser Arbeit jedoch nicht zu finden. — Pickett[20]) betont, daß infolge des Krieges in England große Fortschritte im Bau von Hebemagneten gemacht worden sind, die früher aus Deutschland und Amerika bezogen wurden, derart, daß heute in England die größten Magnete vom höchsten Wirkungsgrade und geringsten toten Gewichte erzeugt werden. Bemerkenswert ist die Verwendung von 2 bis 4 Magneten an einer Schiene zur Beförderung von Roheisen. Auf die besondere Schwierigkeit der Beförderung von Platten wird hingewiesen und Anordnungen von Rundmagneten angegeben, die das Heben auch solcher u. U. sehr sperriger Stücke ermöglichen.

Eine außerordentlich wichtige Anwendung der Zugmagnete wird von Kenyon[21]) in verschiedenen Ausführungsformen beschrieben. Es geht daraus hervor, daß Aufspannvorrichtungen zum Drehen, Hobeln, Fräsen usw. bereits Gegenstand des Handels in weitem Umfange geworden sind. Es werden drei verschiedene Systeme beschrieben, Formen mit Zwischenpolen, Einzelpolen und Vielfachpolen, ihre Vorteile gegeneinander abgewogen, Photos und Diagramme gegeben. Bemerkenswert ist, daß die auf den ersten Blick magnetisch unvorteilhafte Formen mit Zwischenpolen wegen ihrer verringerten Streuung sich doch als vorteilhaft erwiesen hat. Die Vorrichtungen haben sich ebenso für drehende und senkrechte, wie auch für geradlinig-wagerechte Bewegung bewährt. Wichtig ist die Behandlung der Theorie vom Standpunkt der kleinsten Verschiebungen im Sinne einer Verstärkung oder Schwächung des Kraftfeldes als Kennzeichen dafür, ob Gleiten oder Festhalten zu erwarten ist. Zahlenangaben sind wenig zu finden außer der Angabe, daß der magnetische Zug 3,5 bis 10,5 kg/cm² beträgt. — Durch Kurzschlußwicklungen auf Zugmagneten gelingt es Schurig[22]), die Zeit des Ausschaltens beträchtlich zu verlängern bis zu 8 s. Die Möglichkeit wird analytisch nachgewiesen und an Beispielen erläutert. — Blau[23]) beschreibt eine Reihe von Anwendungsgebieten für Magnetkuppelungen mit zahlreichen Lichtbildern, aus denen hervorgeht, daß die Zeit für deren praktische Anwendung nunmehr gekommen ist. Besonders scheint das Gebiet der umkehrbaren Werkzeugmaschinen, wie Hobelbänke u. dgl., hiefür aufnahmefähig zu sein.

Es wird auf die großen Fortschritte Amerikas in der Anwendung maschineller Förder-, Hebe- und Transportvorrichtungen hingewiesen[24]) und Abbildungen über Fortbewegung schwerer Gußstücke bis 1700 kg durch Magnete gebracht, wie solche besonders für Eisengießereien sich bewährt haben.

Transformatoren.

Theorie. Wie alle Arbeiten von Vidmar[25]) Musterbeispiele dafür bilden, wie ein eng begrenztes technisches Sondergebiet mit Geist und Liebe durch-

drungen werden kann, und dann auch weitere Ausblicke liefert, so auch die Art, wie er neuerdings das Erwärmungsproblem des Trockentransformators anpackt. Man wird an dieser Arbeit, die Berichtigungen von Korndörfer und Zuckerbäcker hervorgerufen hat, nicht leicht vorübergehen können: die Angabe einer brauchbaren Formel für das innere Temperaturgefälle beseitigt eine Unsicherheit, die bisher das Gewissen nicht unerheblich belastet hat. Aber auch das äußere Wärmegefälle wird unter Zuhilfenahme des Stefan-Boltzmannschen Strahlungsgesetzes der Rechnung zugängig gemacht und an Beispielen erläutert. Die wichtige Formel für die von der Spulenoberfläche ausgestrahlte Leistung lautet:

$$q = 6{,}7 \cdot 10^{-2} \cdot \Delta\tau_a \text{ Watt/dm}^2,$$

wenn $\Delta\tau_a$ die äußere zugelassene Temperatur bedeutet. Die Spulenoberfläche selbst wird noch unter Berücksichtigung der Zwischenräume zwischen den einzelnen Spulen genauer erläutert. Auch für die Wärmemitnahme durch die an den Spulen vorbeistreichende Luft wird eine Formel abgeleitet, wonach

$$q = 6{,}3 \cdot 10^{-2} \cdot \Delta\tau_a \cdot h^{-1/4} \text{ Watt/dm}^2$$

wird, wobei h die Spulenhöhe, die bei stehenden Säulen kaum höher als 30 mm genommen zu werden pflegt. Die bessere Ausnutzung der Spulenzwischenräume für die Wärmemitnahme führt endlich zu einer Untersuchung über die Frage, ob liegende oder stehende Anordnung der Säule vorteilhafter ist. Sie endet zugunsten der liegenden Anordnung mit der Einschränkung auf große Formen. — Metzler[26]) erfüllt endlich die an dieser Stelle wiederholt gestellte Forderung nach einer Begrenzung des Magnetisierungsstromes auf 20% des Vollaststromes. Verschiedene Entwürfe in dem lesenswerten Buche von Vidmar, „Der wirtschaftliche Aufbau der el. Maschine", werden einer scharfen Kritik gerade von diesem Standpunkt aus unterzogen und die Beziehungen zwischen Magnetisierungsstrom und Eisenverluste durch Kurven und Rechnungen zum Ausdruck gebracht. Eine beachtenswerte Arbeit! — Die Aufgabe der Erzeugung beliebiger Phasenzahlen, von denen die Scottsche Schaltung, der Transformator von Vidmar, von Marius Latour und die Mehrphasenschaltungen der SSW Sonderfälle darstellen, unterzieht Bolliger[27]) einer eingehenden mathematischen Behandlung. Diese wird an einem Versuchsmodell zur Umwandlung von 3- in 4-Phasenstrom geprüft. Welchen technischen Wert die langatmigen Untersuchungen haben, geht aus der Arbeit nicht hervor. — An Hand der von Möllinger und Gewecke (ETZ 1912, S 992) aufgestellten Diagramme zur Feststellung des Winkelfehlers, der durch Stromwandler verursacht wird, beschreibt Schering[28]) die Messung des Leerlaufstromes nach einer Brückenmethode mit einem Vibrationsgalvanometer als Nullinstrument. Dabei wird der Einfluß höherer Schwingungen als unerheblich nachgewiesen.

Die Gefahren plötzlicher Überspannung durch Wanderwellen mit steiler Front treffen besonders Stromtransformatoren. Unter den Abwehrmitteln hebt Karapetoff[29]) den Gebrauch parallel geschalteter Funkenstrecken hervor, insbesondere unter Vakuum. Solche bestehen aus einem luftleer gepumpten Kupferröhrchen mit einer Funkenstrecke im Innern. Der Vorteil der Luftleere ist die Anwendbarkeit größerer Funkenstrecken, deren Einstellbarkeit feiner sein kann als derjenige kurzer Funkenstrecken.

Warrelmann[30]) verurteilt die vorgeschlagenen neuen Normalien für die Kurzschlußspannung. Er weist darauf hin, daß größere Nachgiebigkeit in bezug auf Spannungsabfall gegenüber der Beurteilung hochwertiger Transformatoren der Vorkriegszeit zwar das Parallelschalten von Transformatoren, die in der Zentrale auf gemeinsame Sammelschienen arbeiten, erleichtert, anderseits aber beim Hauptanwendungsgebiet des Einzeltransformators, also bis 100 kW, einen Mehraufwand an Cu im Verteilungsnetz bedingen, um den Spannungsabfall solcher schlechten Transformatoren wieder auszugleichen.

Berechnung. Immer noch ist die unendliche Mannigfaltigkeit der Einflüsse auf die Bemessung der Transformatoren nicht gemeistert. Die Aufgabe wird

jetzt, wie im ganzen Maschinenbau, jedoch insofern enger umgrenzt, als die Erzielung günstigsten Wirkungsgrades immer mehr an erste Stelle rückt. Trotzdem darf natürlich die Kostenfrage nicht vernachlässigt werden, und so bewegen sich die Betrachtungen immer wieder um diese beiden Pole. — In einer Kostenvergleichung verschiedener Transformatorformen stützt sich Dennison[31]) auf früher von ihm abgeleitete Formeln über Berechnung von Transformatoren in El. World vom 3. XI. 17 und erweitert diese Betrachtungen auf Kern, Mantel und Mehrphasentypen, für gleichförmigen und ungleichförmigen Kraftfluß unter Durchrechnung mehrerer Beispiele. Die neuen Formeln scheinen eine schnelle und übersichtliche Berechnung zu gestatten, wobei aber das Bedauern nicht unterdrückt werden kann, daß immer noch das Zollsystem Liebhaber findet, die gerade an solcher Stelle am wenigsten zu erwarten sind.

Die Arbeit von Ellis und Thompson[32]) über große Transformatoren gibt durch Schaulinien einen ausgezeichneten Überblick über Gewicht und Preis für natürlich und künstlich gekühlte Formen in kg bzw. Liter für 1 kW. Auch die Frage der Wahl der höchstzulässigen Leistung vom Standpunkt der Bahnbeförderung findet brauchbare Beantwortung, wobei entweder Wert darauf gelegt wird, den Transformator vollkommen gebrauchsfertig unter Öl zu versenden oder wenigstens in solche Teile zu zerlegen, die von einem 50-t-Kran gehandhabt werden können. Die Angaben beziehen sich auf englische Erfahrungen und Formen. Danach soll im allgemeinen ein großer Einphasentransformator um 7 bis 10% billiger und um etwa 12 bis 15% leichter sein als ein Drehstromtransformator gleicher Leistung, anderseits ist allerdings ein Drehstromtransformator um etwa ebensoviel billiger und leichter als drei Einphasentransformatoren von zusammen derselben Leistung. Die Grenzen für Selbstkühlung, gewöhnliche Wasserkühlung und verstärkte Kühlung durch Ölumlauf in äußeren Gefäßen werden aufgestellt. — Hierdurch wird für selbstgekühlte Öltransformatoren ein zulässiger Verlust von 50 kW festgelegt, woraus als Höchstleistung 5000 kVA = 5 Megawatt für 3 Phasen bei natürlicher Wasserkühlung mit 15000 kVA folgt, die bei erhöhter Wasserkühlung auf 40000 kVA bis zu 50 kV gesteigert werden können.

Wird der Transformator zerlegt, so erhöhen sich die erreichbaren Leistungen im ersten und zweiten Falle gar nicht, nur bei Einphasenstrom ergibt sich eine Mehrleistung, im dritten Falle ist die Grenze durch die Krangröße bestimmt mit 50 t und 50 kVA Drehstrom bei 100 Wechseln.

Law[33]) leitet unter Bezugnahme auf eine frühere Arbeit vom 15. XI. 1918 aus einer Anzahl Gleichungen für die Abmessungen sehr verwickelte Lösungen ab. Unter Bezugnahme auf eine frühere Arbeit im J. Inst. El. Eng. Bd. 54, S 148 führt Robertson[34]) zur Vergleichung mit der Methode von Law die Berechnung eines 100-kW-Transformators durch. — Zum Kapitel der Sparsamkeit im allgemeinen volkswirtschaftlichen Sinne ist eine Berechnung von Schmieder[35]), Direktor des EW Meißen, sehr bezeichnend. Bei der Wahl zwischen einem Transformator aus Cu gegenüber Al für 2000 kVA bei 60000 auf 6000 V ergibt sich aus den angegebenen Wirkungsgraden ein gesamter Mehrverlust im Jahre von 55000 kWh. Da aber

$$1 \text{ kWh} = 8000 \text{ kcal} = 2 \text{ kg Kohle},$$

so erwächst hieraus dem Werke ein Mehrverbrauch von

$$55000 \cdot 2 = 111000 \text{ kg} = 111 \text{ t}.$$

Zweifellos mußte also die Wahl auf den Cu-Transformator fallen.

Daran knüpft Korndörfer[35]) eine Entwicklung, wonach der Al-Transformator, aus AEG-Typen berechnet, nicht bloß im Preis und Gewicht, sondern auch in den Verlusten etwas günstiger sein konnte als der Cu-Transformator. Er führte dies darauf zurück, daß für den Al-Transformator bei dem betreffenden Angebot eine größere Form gewählt wurde, während die Rechnung zeigt, daß man eine Form mit dünnerem Fe-Querschnitt und längeren Schenkeln nehmen mußte, um günstige Verhältnisse zu bekommen.

In seiner Antwort hierauf begrüßt Schmieder diese Enthüllung mit Recht als einen Erfolg seiner Veröffentlichung. — Wegen der kurzen Beanspruchung landwirtschaftlicher Transformatoren in der Druschzeit usw. baut die AEG eine Reihe mit geringen Eisenverlusten[36]) oder, was dasselbe sagt, hoher Überlastungsfähigkeit. Normen für solche Werte sind vom VDE in einer „Sonderreihe für Landwirtschaft" festgelegt worden[37]).

E. Baticle[38]) macht darauf aufmerksam, daß bei der bekannten Scottschen Schaltung zur Umwandlung von Zweiphasen- in Dreiphasenstrom eine ungleiche Belastung der beiden hierfür erforderlichen Einphasentransformatoren eintreten kann, falls nicht gewisse Vorsichtsmaßregeln beim Bau angewendet werden, deren Bedeutung durch Diagramme abgeleitet wird.

Schaltungsfragen. Es wird darauf hingewiesen[39]), daß es nicht immer vorteilhaft ist, weitere Transformatoren hinzuzuschalten, wenn die bisherigen gerade voll belastet sind; wirtschaftliche Überlegungen auf Grund der Berücksichtigung der wirklichen Verluste zeigen, daß ein früherer Zeitpunkt u. U. gewählt werden muß. Kurven und Formeln unter Zugrundelegung praktischer Beispiele zeigen, wie in einer größeren Zentrale vorzugehen ist, um jeweilig den günstigsten Zeitpunkt berechnen zu können.

Bau. Beträchtlichen Raum in den Veröffentlichungen nimmt die Beschreibung großer und größter Transformatoren ein, wie auch solcher mit sehr hohen Spannungen. Es dürfte sich bald herausstellen, daß die Einführung einer größeren Einheit für elektrische Leistung an Stelle des kW erforderlich sein wird: die Einheit von 1000 kW = 1 Megawatt, ähnlich dem Megohm.

Von einem Transformator, der außer durch seine Größe von 15300 kVA besonders durch die hohe Stromstärke von 52000 A bemerkenswert ist, findet man Bericht und Photo[40]). Auffallend ist die Spannungsregelung auf der Niederspannungsseite, die trotz der außerordentlich schwierigen Anzapfungsverhältnisse der auf der Oberspannungsseite mit ihren 20 kV vorgezogen worden ist. Die Ableitungen sind untermischt und in zwei Ebenen angeordnet, um dynamische Wirkungen auszuschließen, und die Wicklung selbst ist mit Wicklungsabstützung durch Federn versehen.

Der bereits im Vorjahre hier erwähnte Riesentransformator der AEG für 60000 kVA bei 110 kV wird von G. Stern[41]) beschrieben.

Für selbstkühlende Öltransformatoren hat die GEC Ölkessel nach Art der „Ausdehnungsgefäße" der AEG herausgebracht, für welche nach Stephens und Palme[42]) insbesondere die Bedingung der Öldichtigkeit, geringen Gewichtes, Vermeidung von Lufträumen zur Verhinderung von Oxydation und Schlammbildung in Öl, leichte Abnehmbarkeit für die Bahnbeförderung großer Formen und Austauschbarkeit zu erfüllen waren.

Die Arbeit von Berry[43]) verweist auf die Notwendigkeit zur Beachtung der Transportverhältnisse, Raum- und Gewichtsaufnahmefähigkeit der Bahnwagen (Krokodiltype), Höhenbedarf der Maschinenhäuser und gibt einige gute Photos. — Eine Anzahl 2000-kVA-Transformatoren werden nach El. World[44]) von einem Kühlturm aus mit Kühlwasser gespeist und die Rohranlage beschrieben. — Für das staatliche Werk in Alf Marleby waren eine Reihe von Transformatoren mit 80000 V Oberspannung erforderlich. Aus der Beschreibung[45]) ist bemerkenswert, daß diese mit 140 kV eine Viertelstunde lang geprüft wurden und eine Spannung bis zu 70000 V zwischen zwei benachbarten Windungen aushielten. Das Gesamtgewicht eines Transformators samt Öl beträgt 23 t bei 4800 kVA, also etwa 5 kg/kVA.

Müller[46]) wendet die von Petersen ausgebaute el. Festigkeitslehre auf Betrachtungen an, die sich auf die unter Öl liegenden spannungführenden Teile des Transformators erstrecken. Der Widerstreit zwischen Wärmeisolation und el. Festigkeit einerseits, derjenige durch Steigerung der Dielektrizitätskonstante mit der Güte des Isolators anderseits führt zu Überlegungen über die Anordnung der einzelnen Baustoffe, die vor Fehlschlägen bewahren und dabei unmögliche Abmessungen vermeiden helfen; wir stehen hier offenbar vor dem

Ausbau einer hochwichtigen technischen Anwendung der Theorie, die eine noch nicht abzusehende Vergrößerung des technischen Machtbereiches bedeutet. Wichtige Zahlen für Wärmeleitung und el. Festigkeit erhöhen den Wert dieser Arbeit. — Ein Westinghousescher Transformator für 600 kV für die Versuchsbedürfnisse der Purdue-Universität wird beschrieben[47]), insbesondere die Einrichtungen zur allmählichen Änderung der Spannungen vermittels Anzapfungen und zugehörigen Fahrschaltern. Über Versuche selbst wird nichts berichtet (vgl. S 183/4). — Davies und Soames[48]) beschreiben eine Art Drehtransformator, der nach ihrem Patent ausgeführt ist. Der bewegliche Teil wird durch Gewicht so eingestellt, daß er sich oberhalb eines bestimmten Stromes langsam derart zu drehen beginnt, daß der Strom (infolge Drosselwirkung) nicht überschritten werden kann. Der Apparat dient außer für Strombegrenzung auch für Schweißzwecke. — Die Bedingungen für Sonderausführungen von Transformatoren für Elektroöfen werden in englischen Zeitschriften abgeleitet[49]). Unter ihnen die Notwendigkeit der Spannungsänderung in Grenzen von z. B. 65 bis 85 V, ferner die Schwierigkeiten hoher Ströme bis zu 50000 A, starke Belastungsschwankungen mit ihrem Gefolge, Bildung gefährlicher Hochfrequenz usw. Die dementsprechend gebauten Formen der British Westinghouse Co. werden beschrieben und Photos von natürlich gekühlter Ausführung mit und ohne Öl, sowie auch solche mit Wasserkühlung gezeigt. Die Kerntype wird als die allein brauchbare hingestellt. Berechnungen und rein konstruktive Angaben werden nicht gebracht, wohl aber gibt die Anordnung der Anzapfungen, der Vorsichtsmaßregeln bei Verlegung der Zuführungen zur Vermeidung magnetischer Wirkungen, die Notwendigkeit beträchtlicher Reaktanz zur Bekämpfung der Belastungsschwankungen usw. für den Erbauer Stoff zum Nachdenken. — Die Frage der Unterbringung und Installation von Transformatoren sowohl an Masten wie auch im Hause des Verbrauchers betrachtet Blackwood[50]) vom Standpunkte der Normung und zeigt an ausgeführten Beispielen und Photos, wie auch auf diesem Gebiete wesentliche Erleichterungen für Projektierung, Beschleunigung und Verbilligung durch Aufstellung allgemein gültiger Regeln und fertig ausgearbeiteter Pläne erzielbar sind. — Die Tatsache, daß Meßtransformatoren in bezug auf Isolation ein schwacher Punkt jeder Hochspannungsanlage sind, führte Sarker[51]) zu dem Vorschlage, die Spulen in Porzellantröge einzubetten, die ineinander gestülpt werden. Die harte Isolation gestattet geringere Dicken und Abstände zwischen den beiden Wicklungen, so daß trotz größerer Sicherheit die Fehlerquellen verringert werden.

Stern[52]) weist auf den Übelstand hin, daß seitens der Besteller häufig Vorschriften baulicher Art aufgestellt werden, die weder an sich noch auch grundsätzlich gerechtfertigt werden können, vielmehr durch die Normalien bereits ihre Erledigung gefunden haben. Man kann dem nur zustimmen, denn alle baulichen Sonderwünsche können die liefernde Werkstatt doch nicht von der Verantwortlichkeit entlasten, hingegen steht es dem Besteller frei, in gewissen Grenzen die Bestimmungen der Maschinennormalien zu verschärfen und näher zu umschreiben, dort wo die Technik neue Anforderungen stellt.

Es wird eine Kühlanlage für Öltransformatoren von 2000 kVA beschrieben[53]), die in Worcester, Mass., verwendet wird. Das Kühlwasser wird einem geschlossenen Umlaufsystem samt Rückkühlanlage und Umlaufpumpen entnommen, nachdem es eine Filteranlage durchströmt hat. Jeder Transformator ist für sich abschaltbar. Die Ölrohrleitung läuft den Kühlrohren parallel und ist ebenfalls mit Filteranlage und Pumpe ausgerüstet, die eine Regelung der Ölzufuhr gestatten.

Ruhende Frequenzwandler. Li Gotti[54]) zeigt in einem langen Artikel eine Anzahl unfertiger Gedanken, um durch verschiedene Zusammenstellung von veränderlichen Reaktanzen den üblichen Kollektor zur Gleichrichtung von Wechselstrom zu umgehen. Es ist nicht ganz leicht, die verschiedenen in der Arbeit enthaltenen Trugschlüsse aufzusuchen: praktische Bedeutung kann darin nach dem Eingeständnis des Autors selbst nicht entdeckt werden. — Guéry[55])

setzt sich mit der Frage auseinander, wie ohne Verwendung von Stromwendern und Bürsten auf dem Wege der elektromagnetischen Induktion 1. Wechselstrom in Gleichstrom verwandelt, 2. ein wirklich asynchroner Motor hergestellt wird, wobei er die allgemein so genannten asynchronen Motoren nicht als solche ansieht, 3. eine gegebene Wellenzahl in eine höhere oder niedere überführt wird.

Er bespricht dabei die Möglichkeiten der unipolaren Induktion, die dabei sich ergebenden bekannten Schwierigkeiten der Stromabnahme und beweist die praktische Unbrauchbarkeit solcher Maschinen für Wechselstromerregung. Die beiden anderen Fragen müssen ebenfalls negativ beantwortet werden, wenn man unter Asynchronismus das Verhalten eines Motors versteht, der bei einem gegebenen Wechsel- oder Drehstrom sich mit beliebiger Geschwindigkeit drehen kann, ohne Energie vernichten zu müssen. Es wird dabei bleiben müssen, daß diese Aufgabe immer nur durch einen Stromwender zu lösen ist, ebenso wie die gleichbedeutende Frage nach der Umwandlung einer beliebigen Wellenzahl in eine andere.

Osnos[56]) versucht die Wirkungsweise des Frequenzverdopplers, der darauf beruht, daß der Eisenkern mit einer Gleichstromerregung versehen ist, auf die eines gewöhnlichen Transformators zurückzuführen. Um die Schwierigkeit zu umgehen, die aus der analytisch nicht faßbaren Magnetisierungskurve sich ergeben, verwendet Osnos nicht den Effektivwert, sondern den zeitlichen Mittelwert der Spannungen, da für diesen nicht der Verlauf, sondern der Höchstwert des Feldes maßgebend ist. Das Arbeitsdiagramm kann auf diese Weise auch bei Belastung in übersichtlicher Weise entworfen werden und ergibt den bekannten Heylandkreis bei richtiger Deutung des Streufaktors, der aus den Induktivitäten hergeleitet wird. Die Effektivwerte erhält man dann aus der Bestimmung des Formfaktors, der mit Hilfe der Sättigungskurve festgestellt werden muß. Es wäre sehr zu begrüßen, wenn diese wichtigen Apparate nunmehr ebenfalls unter die Herrschaft einer gesicherten Theorie gelangten.

Gleichstromtransformatoren. Zur Frage der Umformung von Gleichstrom bemerkt C. L. Brown[57]) mit Recht, daß die Möglichkeit einer „teilweisen" Transformation, hergestellt durch Hintereinanderschaltung von Antriebsmotor und Generator, allzu wenig beachtet wird. Es werden hierdurch beträchtliche Ersparnisse an Wirkungsgrad und Kapital erzielt. Er vergißt dabei hervorzuheben, daß noch bessere Ergebnisse durch Wahl einer einzigen Maschine mit zwei Kollektoren erzielt werden können.

Betrieb. Öl. Eine Filterpresse[58]) der in der chemischen Industrie bekannten Art der AEG wird durch abwechselnd hintereinander geschichtete dünne gußeiserne Platten und Rahmen gebildet, zwischen denen die Filterpapiere eingespannt sind. Das Öl wird mit einem Druck von 6 bis 8 A durchgepreßt, der durch eine elektrisch angetriebene Pumpe erzeugt wird. — Die Bedeutung der Ölreinigung und praktische Winke für ihre Durchführung, Angaben über Meldevorrichtungen bei Überschreitung einer Öltemperatur von 40 bis 45° wird im El. Anz.[59]) besprochen. — Im Anschluß an einen Vortrag von Philp von der Londoner Ges. f. Chem. Industrie wird die Frage der Prüfung von Transformatoröl erörtert[60]). Bemerkenswert ist die Bestätigung der bekannten Tatsache, daß geringe Spuren an Wasser von der Größenordnung 0,01% die Durchschlagsfestigkeit des Öles stark herabsetzen.

Ein Ölkühler, der für Transformatorenwerke von Bedeutung werden kann[61]), erlangt durch gedrängte Anordnung der beiden Flüssigkeiten bei gleichzeitig großer Berührungsfläche hohe Leistungsfähigkeit, die auch für Kondensatoren und Speisewasservorwärmer Anwendung finden kann. — Fuhrmann[62]) weist an dem Beispiel eines 10 kVA-Transformators rechnerisch nach, daß eine örtliche Überlastung durch Überbrückung von Windungen möglich ist, ohne daß die Sicherungen oder selbsttätigen Schalter überlastet werden und dadurch den Fehler anzeigen. Empfohlen wird daher die Anwendung von Kontaktthermometern, um eine solche örtliche Überhitzung des Öls kenntlich zu machen und

sie womöglich mit den Automaten in Verbindung zu bringen. — Zur Löschung von Ölbränden in Schalter- und Transformatorenzellen beschreibt Benjamin[63]) eine Anlage, in welcher ein durch Schmelzstöpsel verschlossenes Rohrsystem dazu dient, durch Stickstoff oder Kohlensäure den Brand zu ersticken. Das Ganze trägt einen offenbar etwas verwickelten und kostspieligen Charakter, so daß die Anordnung wohl nur bei sehr großen Anlagen verwendet werden kann.

[1]) J. Humphrey, El. Rev. (Ldn.) Bd 83, S 501. — [2]) Walker, Rev. Gén. El. Bd 5, S 864. — [3]) J. K. Kostko, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 61, 86. — [4]) El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 496. — [5]) Mitt. AEG S 78. — [6]) O. Camen u. G. Kapp, ETZ S 502. — K. Perlewitz, ETZ S 405. — [7]) F. Sarrat, Rev. Gén. El. Bd 6, S 527. — [8]) El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 191. — [9]) Rev. Gén. El. Bd 6, S 285. — [10]) W. Höpp, ETZ S 681. — [11]) H. Nielsen, ETZ S 224. — [12]) M. Clarnfeld, Mitt. Ver. EW. S 201, 261. — [13]) H. John, Mitt. Ver. EW. S 267. — [14]) M. Schenkel, Mitt. Ver. EW. S 268. — [15]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 639. — [16]) El. Anz. S 171. — [17]) El. Masch.-Bau Anh. H 23, S 89. — [18]) S. Cohen, El. World Bd 74, S 573. — [19]) Ad. Curchod, Rev. Gén. El. Bd 6, S 74. — [20]) F. K. Pickett, Electr. (Ldn.) Bd 83 S 349. — [21]) O. A. Kenyon, El. World Bd 74, S 11. — [22]) O. R. Schurig, El. Masch.-Bau S 231. — [23]) E. Blau, El. Masch.-Bau Anh. H 27, 28, S 105, 109. — [24]) Stahl u. Eisen S 875. — [25]) M. Vidmar, ETZ S 164. — Korndörfer, S 342. — Zuckerbäcker, S 418. — [26]) K. Metzler, El. Masch.-Bau S 394. — [27]) A. Bolliger, Arch. El. Bd 7, S 426. — [28]) Schering, Z. Instrk. S 113. — [29]) V. Karapetoff, El. World Bd 73, S 473. — [30]) Warrelmann, Mitt. Ver. EW S 249. — [31]) B. C. Dennison, El. World Bd 73, S 1152. — [32]) A. G. Ellis u. J. L. Thompson, El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 545, 610. — Electr. (Ldn.) Bd 83, S 253, 276, 296, 391. — [33]) A. R. Law, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 671. — [34]) D. Robertson, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 500. — [35]) P. Schmieder, Mitt. Ver. EW S 107. — Korndörfer, S 173. — [36]) Mitt. AEG S 126. — [37]) ETZ S 32. — [38]) E. Baticle, Rev. Gén. El. Bd 5, S 619. — [39]) El. World Bd 72, S 737. — [40]) ETZ S 570. — [41]) G. Stern, ETZ S 31. — [42]) H. O. Stephens u. A. Palme, El. Masch.-Bau S 183 (nach Gen. El. Rev. 1918). — [43]) A. F. Berry, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 736. — [44]) El. World Bd 72, S 1029. — [45]) Engineering Bd 105, S 49. — [46]) J. Müller, El. Masch.-Bau S 413, 428. — [47]) El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 363. — [48]) Davies u. Soames, El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 636. — [49]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 69, 89. — El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 124. — [50]) W. C. Blackwood, El. World Bd 73, S 578. — [51]) Sarker, El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 549. — [52]) Stern, Mitt. Ver. EW S 253. — [53]) El. Masch.-Bau S 131 (nach El. World Bd 72). — [54]) O. Li Gotti, Rev. Gén. El. Bd 5, S 471. — [55]) F. Guéry, Rev. Gén. El. Bd 6, S 291. — [56]) M. Osnos, El. Masch.-Bau S 45. — [57]) C. L. Brown, El. Rev. (Ldn.) Bd 83, S 435. — Rev. Gén. El. Bd 5, S 301. — [58]) Mitt. AEG S 35. — [59]) El. Anz. S 55. — [60]) El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 175. — [61]) El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 315. — [62]) W. Fuhrmann, El. Anz. S 329. — [63]) Benjamin, ETZ S 354 (vgl. Génie civ. Bd 73, S 361).

Messungen an elektrischen Maschinen.

Von Oberingenieur L. Schüler.

Die Messung des Wirkungsgrades von Turbogeneratoren behandeln Barclay und Smith[1]) in einem Vortrag vor dem Institution of Electrical Engineers. Sie verweisen auf den bekannten Mangel der Einzelverlustmessung, daß die Wirbelstromverluste bei Belastung vernachlässigt werden und empfehlen die Verlustbestimmung aus der Erwärmung der Ventilationsluft. Die Hauptschwierigkeit hierbei besteht in der genauen Messung der Luftmenge, wofür verschiedene Methoden beschrieben werden, ebenso für die genaue Messung der mittleren Lufttemperatur. Für letzteren Zweck können mit Vorteil zwei über die Lufteintritts- und Austrittsöffnung gespannte Drähte dienen, deren Widerstandsänderung ein Maß für die Lufterwärmung abgibt. Die Messung der Luftmenge kann dadurch umgangen werden, daß in den Luftweg ein el. Widerstand eingebaut und diesem bei einem zweiten Versuch mit unerregter Maschine so viel

Energie zugeführt wird, daß dieselbe Lufterwärmung erzielt wird wie beim ersten Versuch. Die dem Widerstand zugeführte Leistung ist dann gleich dem Verlust in der Maschine. Unberücksichtigt bleibt allerdings der Verlust durch Luftreibung (Ventilationsverlust), der durch eine dritte Temperaturmessung bei leerlaufender Maschine ermittelt werden muß.

Mit der Prüfung von Drehstromerzeugern beschäftigt sich eine Arbeit von Togna[2]). Der Verfasser geht von dem Potierschen Diagramm aus, zu dessen Konstruktion die Kenntnis der Leerlauf- und Kurzschluß-Charakteristik sowie des Erregerstroms bei voller Spannung und rein induktiver Belastung erforderlich ist. Zur Messung des letzteren ist ein Synchronmotor oder eine Drosselspule nötig, die die volle Leistung (kVA) der zu prüfenden Maschine besitzt, eine Voraussetzung, die häufig nicht erfüllbar ist. Der Aufsatz beschreibt ein Verfahren, um die zur Konstruktion des Potierdiagramms erforderlichen Unterlagen zu gewinnen, ohne die induktive Vollbelastung der Maschine durchzuführen. Zu diesem Zweck dienen zwei Hilfsspulen: eine flache Spule, deren Windungen auf eine Preßspanscheibe aufgeklebt sind, wird in den Luftraum der Maschine eingeführt und am Ständer so befestigt, daß sie den Magnetpolen so nahe wie möglich liegt. Die Spule umfaßt eine Polteilung und dient in erster Linie dazu, um beim Kurzschlußversuch den von den Polen ausgehenden Flux zu messen. Eine zweite Hilfsspule wird an dem Wickelkopf einer Ständerspule angebracht und die beim Kurzschlußversuch in ihr induzierte Spannung gibt ein Maß für den Streufluß des Wickelkopfs. Um eine genauere Messung der Streuung bei Belastung durchzuführen, wird die zuerst erwähnte Hilfsspule verwendet, und eine dritte Hilfsspule, die um einen Magnetpol gelegt ist. Um die Belastung nachzuahmen, wird durch die Ständerwicklung Gleichstrom geleitet, und zwar durch Phase 1 der Strom J, durch die Phasen 2 und 3 der Strom $J/2$. Die Hilfsspulen werden mit einem ballistischen Galvanometer verbunden, dessen Ausschlag beim Ein- oder Ausschalten der Gleichstromerregung in bekannter Weise den magnetischen Fluß mißt. Die Phasenverschiebung wird durch die gegenseitige Stellung der beiden Hilfsspulen berücksichtigt. Die Arbeit enthält ausführliche Meßergebnisse; die Richtigkeit der Methode wird durch Vergleich mit direkten Messungen nachgewiesen.

Mit der Frage der Messung von Oberflächentemperaturen in der Elektrotechnik beschäftigt sich ein Aufsatz von Jakob[3]). Der Verfasser knüpft an einen von Vidmar[4]) gemachten Vorschlag an, die in einer Wicklung auftretende Höchsttemperatur aus der durch Widerstandsmessung bestimmten mittleren Temperatur und der durch Thermometer gemessenen Oberflächentemperatur zu extrapolieren. Dieser Vorschlag hat eine genaue Messung der Oberflächentemperatur zur Voraussetzung. Nun weist Jakob darauf hin, daß bei der in den Prüffeldern üblichen Messung erhebliche Fehler, etwa bis zu 20% und mehr, dadurch begangen werden, daß durch die zur Bedeckung der Thermometerkugel gewöhnlich verwendete Putzwolle die normale Wärmeausstrahlung der Meßstelle verhindert wird. — Die Arbeit ist wohl beachtenswert, dürfte aber in ihren Schlußfolgerungen erheblich über das Ziel hinausschießen. Hierauf weist auch eine Erwiderung von Kade[5]) hin, die den Nachweis erbringt, daß die Voraussetzungen Jakobs für die Praxis z. T. nicht zutreffen.

Eine Prüfgrube für große raschlaufende Motoren wird in den AEG-Mitteilungen[6]) beschrieben. Der Aufsatz enthält lehrreiche Abbildungen der Bauart der Grube und der Wirkung von darin vorgekommenen Explosionen.

In der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt[7]) wurden Messungen über die Verlagerung umlaufender Wellen bei el. Maschinen durchgeführt. Nach der Theorie von Sommerfeld liegt bei einem allseitig geschlossenen, geschmierten Lager die Welle auf der unteren Lagerschale auf, während beim Lauf eine Hebung und seitliche Verschiebung stattfindet, deren Größe von der Umlaufzahl und vermutlich auch von dem verwendeten Schmiermittel abhängt. Es handelt sich um Werte von 0,1 bis 0,2 mm. Die zur Messung benutzte optische Methode wird beschrieben, praktische Ergebnisse werden noch nicht mitgeteilt.

Eine Arbeit von P. Ch. Jones[8]) behandelt die laufende Prüfung der Motoren in industriellen Betrieben, die zahlreiche Motoren verwenden. Es wird darauf hingewiesen, daß häufig Motoren benutzt werden, die für die zu leistende Arbeit zu reichlich gewählt sind, so daß durch laufende Überwachung und, wenn nötig, Austausch der Motoren, der Wirkungsgrad und Leistungsfaktor der Anlage günstig beeinflußt werden kann. Es werden Meßmethoden beschrieben und Ratschläge für die Anlegung einer Motoren-Kartothek gegeben.

[1]) Barclay u. Smith, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 244; Diskussion S 273, 381, 540. — [2]) Togna, Rev. Gén. El. Bd 5, S 779, 875. — [3]) Jakob, Arch. El. Bd 8, S 126. — [4]) Vidmar, El. Masch.-Bau S 49. — [5]) Kade, Arch. El. Bd. 8, S 296. — [6]) AEG-Mitt. S 85. — [7]) Z. Instrk. S 141. — [8]) C. P. Jones, El. World Bd 74, S 293.

Betrieb elektrischer Maschinen.

Von Oberingenieur L. Schüler.

Regelung.

Die Regelung der in Kaskade geschalteten Induktions- und Kollektormaschinen behandelt eine Arbeit von Osnos[1]). Der Verfasser knüpft an eine frühere Arbeit[2]) an, in der er die Regelung von Drehstrom-Kollektormaschinen mittels einer Drosselspule beschrieben hat, deren Selbstinduktion durch überlagerte Gleichstromerregung geändert werden kann, und untersucht die Möglichkeit der Übertragung dieser Anordnung auf die bekannten Kaskadenschaltungen nach Krämer und Scherbius. Er weist nach, daß diese Übertragung nicht ohne weiteres durchführbar ist, weil bereits bei einer Drehzahlregelung von nur 22% die Selbstinduktion der Drosselspule im Verhältnis von 11 : 1 geändert werden müßte. Viel günstigere Verhältnisse entstehen jedoch, wenn die Regulierdrosselspule nicht parallel zum Kommutator geschaltet, sondern an besondere Schleifringe angeschlossen wird, die am Anker des Kommutatormotors angebracht sind. Hierbei ergibt sich dann die interessante Tatsache, daß der Hauptmotor eine von der Belastung abhängige Drehzahl (Hauptstromverhalten) besitzt, wenn die den Erregerstrom der Drosselspule liefernde Gleichstrommaschine vom Regelsatz angetrieben wird (bei der Scherbiuskaskade), während sich gleichbleibende Drehzahl (Nebenschlußverhalten) ergibt, wenn die Gleichstrom-Erregermaschine mit dem Hauptmotor gekuppelt ist.

Ein- und Ausschalten. Anlassen.

Anlaßverfahren. Über Versuche über den Anlauf von Drehstrommotoren mit Kurzschlußanker berichtet Passavant[3]). Die Versuche wurden ausgeführt, um Unterlagen über die Möglichkeit der Zulassung von größeren Kurzschlußanker-Motoren an Elektrizitätswerke zu gewinnen. Zu diesem Zweck wurden bei den Versuchen die üblichen Spannungsabfall-Verhältnisse, wie sie in einem Ortsnetz vorkommen, durch Einbau entsprechender Transformatoren und Vorschaltung von induktionsfreien und induktiven Widerständen nachgeahmt. Das Endergebnis der Versuche läßt sich etwa wie folgt zusammenfassen: in den meisten Drehstrom-Leitungsnetzen können Kurzschlußanker-Motoren bis 1 kW direkt, d. h. ohne Anwendung von Anlaßvorrichtungen, eingeschaltet werden, ohne daß unzulässige Spannungsschwankungen zu befürchten sind. Bei größeren Motoren bis einschließlich 3 kW, entsprechend einem Verbrauch beim Anlauf bis 6,5 kVA, ist die Verwendung von Sterndreieckschaltern erforderlich. Für Motoren noch größerer Leistung sind Schleifringanker zu verwenden.

Ein- und Ausschalten. Das Anlassen von Drehstrom-Synchronmotoren behandelt eine Arbeit von E. E. George[4]). Besonders bemerkenswert ist die darin beschriebene Methode zum selbsttätigen Anlassen: Der Motor ist mit einer

angebauten Erregermaschine versehen, deren Feldregler dauernd so eingestellt bleibt, daß die Maschine bei etwa 3/4 der normalen Drehzahl die Hälfte ihrer normalen Spannung erreicht; die Magnetwicklung des Synchronmotors bleibt dauernd mit der Erregermaschine verbunden. Parallel zur Magnetwicklung ist ein Nullspannungsrelais in Reihe mit einem Kondensator von etwa 2 μF geschaltet. Dieses Relais betätigt den Ölumschalter, der den Synchronmotor von der Anlaufspannung (des Anlaßtransformators) auf die volle Betriebsspannung umschaltet. In diesem Steuerstromkreis liegt aber noch ein zweites vom Erregerstrom durchflossenes Relais, das die Umschaltung erst dann zuläßt, wenn der Erregerstrom einen bestimmten Wert erreicht hat. Der Anlaßvorgang wird eingeleitet durch Einlegung eines Schalters, der den Motor an die zum Anlauf dienende Anzapfung des Transformators legt; der Motor läuft jetzt an; solange der Synchronismus noch nicht erreicht ist, wird in seiner Magnetwicklung ein Wechselstrom induziert, der durch den Kondensator das Nullspannungsrelais erregt, den Kontakt also unterbrochen hält. Erst wenn der Synchronismus nahezu erreicht ist, verschwindet der Wechselstrom, und das Relais macht Kontakt; der Hauptschalter wird aber erst dann auf volle Spannung gelegt, wenn inzwischen auch der Erregerstrom den erforderlichen Wert erreicht hat.

Eine besondere Schaltungsweise der englischen General Electric Co. zum Anlassen von Einankerumformern wird im Electrician[5]) beschrieben. Das eigentliche Anlassen erfolgt durch einen Anwurfmotor; nach dessen Einschaltung wird der Hauptschalter der Drehstromseite des Umformers auf einen Vorkontakt gestellt, wobei eine Drehstrom-Drosselspule zwischen Netz und Umformer geschaltet wird, die genügend Strom durchläßt, um den durch den Anwurfmotor inzwischen auf volle Drehzahl gebrachten Umformer zu synchronisieren. Hierauf wird der Hauptschalter in die Betriebsstellung gebracht; ein fahrlässiges, vorzeitiges Weiterschalten des Hauptschalters über die Vorkontaktstellung hinaus wird durch eine Arretierung verhindert.

Dieselbe Arbeit beschreibt eine Schaltung, die das Parallelarbeiten zweier von einem gemeinsamen Drehstromgenerator oder Transformator gespeisten Umformer ermöglicht. Um hierbei richtige Stromverteilung auf beide Umformer zu erzwingen, wird ein Ausgleichtransformator mit zwei gegenläufigen Wicklungen verwendet, von denen je eine mit einem der beiden Umformer in Reihe geschaltet ist.

Parallelbetrieb.

Den Parallelbetrieb von Wechselstrommaschinen behandelt eine Arbeit von Niethammer[6]). Er geht von der zuerst von Boucherot aufgestellten bekannten Theorie aus, nach der Störungen auftreten, wenn die Impulsperiode mit der Eigenschwingungszahl des Generators übereinstimmt und weist nach, daß der nach der Boucherotschen Formel für die Eigenfrequenz des Generators gefundene Wert mit $\sqrt{2}$ zu multiplizieren ist, um beim Parallelbetrieb von zwei gleichen Generatoren die Eigenfrequenz des gekuppelten Systems zu finden. Hierdurch erklären sich nach Ansicht des Verfassers die praktisch beobachteten Abweichungen von der Boucherotschen Theorie, auf die bereits von verschiedenen Autoren hingewiesen wurde.

Ein selbsttätiger Synchronisierapparat der Firma Brown, Boveri & Co.[7]) ähnelt in seiner Bauart und Wirkungsweise dem bekannten selbsttätigen Spannungsregler der Firma.

Eine Arbeit von Hans Engel[8]) behandelt den Betrieb von benzol-elektrischen Zügen, bei denen eine größere Anzahl von Wagenmotoren (Gleichstrom-Reihenschlußmotoren) in Parallelschaltung von einer gemeinsamen Dynamo gespeist werden, wobei die Regelung durch Leonardschaltung erfolgt. Da die Motoren hierbei dauernd parallel geschaltet bleiben, so können durch ihre unbeabsichtigte Selbsterregung störende Ausgleichvorgänge entstehen; dieser Fall kann z. B. eintreten, wenn die Motoren während der Fahrt, also vor dem

Stillstand, umgesteuert werden, oder wenn der Zug geschleppt wird. Die Vorgänge werden theoretisch eingehend behandelt und Schaltungen angegeben, durch die die Schwierigkeit z. T. behoben werden kann.

Schutz gegen Störungen.

Das Merz-Pricesche Schutzsystem für Wechselstrommaschinen und Transformatoren behandelt ein Aufsatz von C. W. Marshall[9]). Während die bekannten Überstromschalter nur dann ansprechen, wenn im äußeren Stromkreis ein zu starker Strom entsteht, soll das Merz-Pricesche System die Maschine beim Auftreten innerer Fehler außer Betrieb setzen. Zu diesem Zweck wird am Anfang und am Ende jeder Phase ein Stromwandler eingebaut; deren Sekundärwicklungen werden gegeneinandergeschaltet und die Verbindungsleitungen zu einem Relais geführt. Solange die Wicklung der Maschine in Ordnung ist, fließt in beiden Stromwandlern der gleiche Primärstrom, und die Sekundärwicklungen bleiben stromlos. Nur wenn durch Auftreten eines Körperschlusses oder eines Überschlags zwischen zwei Phasen das Gleichgewicht gestört wird, kommt ein sekundärer Ausgleichstrom zustande, der das Relais zum Ansprechen bringt; hierdurch wird die Verbindung der Maschine mit den Sammelschienen und gleichzeitig auch ihre Erregung unterbrochen. Bei Transformatoren wird die Schaltung in der Weise durchgeführt, daß je ein Stromwandler in die primäre und sekundäre Wicklung jeder Phase geschaltet sind. Das Übersetzungsverhältnis der beiden Stromwandler einer Phase ist derart voneinander verschieden, daß ihre Sekundärspannungen gleich sind, sich beim ordnungsmäßigen Betrieb des zu schützenden Transformators also die Wage halten. Die Arbeit beschreibt verschiedene Schaltungsweisen für Drehstrommaschinen und Transformatoren, wobei besonders die Schaltung der Stromwandler bei Transformatoren mit Sterndreieckschaltung beachtenswert ist.

[1]) Osnos, ETZ S 127. — [2]) Osnos, ETZ 1918, S 215. — [3]) Passavant, Mitt. Ver. EW S 133. — [4]) George, El. World Bd 73, S 429. — [5]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 492. [6]) Niethammer, El. Masch.-Bau S 141. — [7]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 708. — [8]) Engel, El. Kraftbetr. S 137. — [9]) Marshall, El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 345.

Anlaßapparate, Belastungswiderstände und Widerstandsmaterial.

Von Oberingenieur Ch. Krämer.

Beachtenswerte Neuerungen sind auf dem Gebiete im vergangenen Jahre nicht zu verzeichnen. Die Veröffentlichungen beziehen sich meist auf mehr oder weniger bekannte Konstruktionen einzelner Firmen.

Anlaß- und Steuerapparate für Schiffswerften. Eine reichhaltige, durch Abbildungen unterstützte Übersicht über die Entwicklung der selbsttätigen und Handsteuerapparate für schwere Betriebe gibt A. P. Pyne[1]). Es läßt sich ohne weiteres erkennen, daß für diese Betriebe die Schaltwalzen und Schützensteuerungen bevorzugt werden. Die Abbildungen zeigen die Ausführungen führender Firmen in England wie Allen West & Co., Watford El. Mfg. Co., El. Control Ltd., Geo. Ellison und die British Thomson-Hauston Co. — Anlasser mit Sandkühlung an Stelle von Öl verwendet neuerdings BBC[2]) und hat damit gute Ergebnisse erhalten, wobei die Ersparnis an Öl und Widerstandsmaterial wohl in erster Linie maßgebend war. Aus diesem Grunde wurde im Kriege auch der Flüssigkeitsanlasser bevorzugt. P. Wölfel[3]) empfiehlt diesen wegen seiner Vorzüge, nämlich seiner Anpassungsfähigkeit für alle Spannungen und Ströme, seines stoßfreien Anlassens gegenüber dem Metallanlasser. Bagossy Bela[4]) weist in einer Entgegnung darauf hin, daß Ganz & Co. stets Flüssigkeitsanlasser sogar auf Kranen mit großem Erfolg verwendet haben.

Anlaßwiderstände. Für die Bemessung und Abstufung spielen die Anlaufverhältnisse die ausschlaggebende Rolle. Über diese unter Anwendung eines neuen graphischen Auswertungsverfahrens bringt F. Blanc[5]) einen Aufsatz in der Z. Ver. d. Ing. Die Beschleunigung und Anlaßdauer hängen ab von dem Unterschied des Motordrehmomentes und des Arbeitsmomentes, sowie den zu beschleunigenden Massen. Es wird die Anwendung auf die verschiedenen Antriebe gezeigt.

Widerstandsmaterial. Fuller[6]) hat bei der G. E. C. neue Messungen ausgeführt an Eisenlegierungen, die in Zahlentafeln mitgeteilt werden. Untersucht wurden Ferrochrom, Ferronickel, Ferrokobalt sowie Ferrochromnickel, Ferronickelmangan und Ferronickelchrommangan bei steigendem Prozentgehalt der Beimengungen.

[1]) A. P. Pyne, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 413. — [2]) ETZ S 72. — [3]) P. Wölfel, ETZ S 29. — [4]) Bagossy Béla, ETZ S 171. — [5]) F. Blanc, Z. Ver. d. Ing. S 289. — [6]) Fuller, Stahl u. Eisen, S 665.

III. Verteilung und Leitung.

Verteilungssysteme und deren Regelung. Berechnung der Netze und der Leitungen, elektrische und mechanische Messungen an Leitungen. Von Oberingenieur Dr. Paul Cohn, Berlin. — Leitungsdrähte, Kabel, Isolierstoffe. Von Dr. Richard Apt, Berlin. — Ausführung der Leitungen, Stromsicherungen, Installationsmaterial, Schaltanlagen und Schalter. Von Oberingenieur Karl Hansen Bay, Berlin. — Überspannung, Störungen, Gefahren, Korona. Von Prof. Dr.-Ing. W. Petersen, Darmstadt.

Verteilungssysteme und deren Regelung, Berechnung der Netze und der Leitungen, elektrische und mechanische Messungen an Leitungen.

Von Oberingenieur Dr. Paul Cohn.

Berechnung der Leitungen. Teichmüller[1]) dehnt die früher (JB 1916, S 59) für Einphasenwechselstrom durchgeführten Betrachtungen und Berechnungen der 4 Grundgrößen der Leitungsberechnung, nämlich relativer Spannungsabfall, rel. Spannungsschwankung, rel. Leistungsverlust und rel. Leistungsschwankung auf Drehstrom aus, einmal bei Dreieckschaltung und einmal bei Sternschaltung der Verbraucher; er untersucht insbesondere auch die bei ungleicher Belastung der 3 Phasen und ungleichen Leitungsabständen sich ergebenden Unsymmetrien. — Schälchlin[3]) löst die Aufgabe, die Stromverteilung in sterngeschalteten Drehstromwiderständen verschiedener Größe bei ungleichen Phasenspannungen zu bestimmen, durch Superposition der 3 Ströme, die auftreten, wenn abwechselnd je 2 der 3 Spannungen = 0 gesetzt werden. Doggett[4]) gibt zu demselben Zweck ein graphisches Verfahren an, das auch bei induktiver und kapazitiver Belastung anwendbar ist. — Daß bei dem Drehstrom-Vierleiter- und bei dem Gleichstrom-Dreileitersystem schon mäßige Belastungsunterschiede bei einem schwach bemessenen Nulleiter, etwa aus Eisen von gleichem Querschnitt wie der des kupfernen Außenleiters, zu großen Spannungsunterschieden führen, erläutert Lewin[5]) an einer Reihe von Zahlenbeispielen. — Hamader[6]) gibt für einfache an verschiedenen Stellen belastete Leitungsstrecken eine graphische Bestimmung des Spannungsabfalls, der Stromverteilung und der günstigsten Lage des Speisepunkts mit Hilfe von Leitungspolygonen in Anlehnung an mechanische Analogien. — Jungwirth[7]) entwickelt im Anschluß an die »widerstandstreue« Netzumbildung von Frick, Kenelly und Herzog-Feldmann ein Verfahren zur Ermittlung der Spannungs- und Strom-

verteilung in geschlossenen Leitungsnetzen, die aus Polygonen mit 4 oder mehr Seiten bestehen, indem er das Netz durch passend gewählte Schnittlinien in einfachere Gebilde aufteilt.

Die Grenzen der Kraftübertragung durch Wechselströme findet Dolivo-Dobrowolsky[8]) bei etwa 200 kV und 500 km; bei zunehmender Entfernung nützt auch eine Erhöhung der Spannung nichts mehr, da sie den schädlichen Ladestrom noch weiter vergrößert. Er hält daher die Übertragung mittels Gleichstroms für die Aufgabe der Zukunft, deren praktischer Lösung man sich zuwenden solle. Gleichstrom ermöglicht auch bei hohen Spannungen den Ersatz der Freileitungen durch Kabel, die bequem in die Städte hineingeführt werden könnten. — Bunet[9]) kommt bei Vergleichsrechnungen zwischen Drehstrom- und Gleichstromübertragung zu dem Ergebnis, daß bei passender Festlegung des Leistungsfaktors am Ende der Leitung eine Übertragung mittels Drehstrom von 50 Per über 500 km nur ziemlich gleiche Leistungsverluste und Spannungsabfälle ergibt wie mittels Gleichstrom bei gleichem Leitungsgewicht. — Velander[10]) gibt eine graphische Darstellung der in der Lösung der Strom- und Spannungsgleichungen von langen Wechselstromleitungen auftretenden, aus den Leitungskonstanten gebildeten Faktoren $\sqrt{Z} = \sqrt{R + j\omega L}$ und $\sqrt{Y} = \sqrt{G + j\omega C}$ in Abhängigkeit von den Leitungskonstanten, bietet dadurch ein anschauliches Bild dieser Abhängigkeit und führt den allgemeinen Fall durch Einführung gewisser von $\sqrt{ZY}$ abhängiger Korrektionsglieder auf den Fall einer kurzen Leitung zurück. — Probleme der Kraftübertragung, die sich auf die in England in Frage kommenden Entfernungen beschränken, behandelt Pearce[11]) vom technischen und wirtschaftlichen Standpunkt, besonders unter Berücksichtigung der Übertragung durch Kabel, die nach ihm jetzt bereits für Spannungen bis 60 kV als Dreileiterkabel hergestellt werden können. — Yersin[12]) findet, daß bei 50 kV Drehstrom eine Übertragung mittels dreier Einfachkabel gewisse Vorteile vor Übertragung durch eine Freileitung bietet; bei 50 mm^2 Kupferquerschnitt, $\cos\varphi = 0{,}8$ und 100 km Entfernung ist der Spannungsabfall und Leistungsverlust bei Kabeln und 150 A Belastung etwas geringer als bei Freileitung und 100 A. — Rieder[13]) vergleicht die Bau- und Betriebskosten größerer Kraftübertragungen mit Spannungen von 20, 30, 50 und 100 kV. — Guerschinowitch[14]) gibt ein Verfahren zur Bestimmung der wirtschaftlichen Spannung und des wirtschaftlichen Querschnitts von Drehstromübertragungen und erläutert es durch Beispiele. — Reyneau[15]) untersucht im Anschluß an einen früheren Aufsatz (JB 1918, S 50), von welcher Belastung an unter sonst gleichen Annahmen die Verlegung einer Doppelleitung an Stelle einer einfachen Drehstromleitung wirtschaftlich ist.

Messungen, Berechnungen und Fehlerbestimmungen an Kabeln. In einem armierten, mit Wechselstrom betriebenen Einfachkabel nähern sich die mit steigendem Strom anfangs rasch ansteigenden Hystereseverluste allmählich einem festen Höchstwert, während die übrigen Verluste proportional i^2 zunehmen. Durch Messung der Gesamtverluste in einem solchen Kabel bei verschiedenen Stromstärken trennt Bouzon[16]) die Hystereseverluste von den übrigen Verlusten; der effektive Widerstand nimmt, sobald die Hystereseverluste ihrem Höchstwert nahegekommen sind, mit steigendem Strom stark ab. — Ähnliche Messungen hat Swyngedauw[17]) bei verschiedenen Frequenzen ausgeführt. Die starke Zunahme des Wirkwiderstandes mit zunehmender Frequenz erklärt nach ihm die geringe Schädlichkeit der Überspannungen der 3. Harmonischen in einem Drehstromkabel, das sich gegenüber solchen wie ein Einleiterkabel mit 3 parallel geschalteten Adern verhält. Bei kurzen Kabelstrecken findet derselbe[18]) viel größere Widerstände als bei längeren Kabeln; diese auffallende Erscheinung erklärt sich dadurch, daß der in dem Bleimantel induzierte Strom bei einem isoliert verlegten Kabel ein reiner Ladestrom ist und daher mit der Länge des Kabels zunimmt.

Bouzon[19]) zeigt, daß die Betriebskapazität c eines Drehstromkabels durch eine einzige Messung entweder eines Leiters gegen einen anderen c' oder gegen

die beiden anderen, miteinander vereinigt, c'' bestimmt werden kann; es ist $c = 2c' = \frac{3}{2} c''$. — Della Riccia[20]) verallgemeinert die Formeln und Betrachtungen über die Betriebskapazität und die Ableitung bei Mehrleiterkabeln bei Betrieb mit Mehrphasenströmen auf Kabel bis zu 5 Leitern, bei denen Zahl und Anordnung der Adern nicht mit derjenigen der Phasen übereinstimmt, wie es z. B. bei Auftreten höherer Harmonischer der Fall ist.

Horstmann und Tousley[21]) geben auf Grund von Messungen eine Tabelle über die Temperaturzunahme von Leitungen mit den amerikanischen Normalquerschnitten bei Strömen von 15 bis 400 A in Zeiträumen von 5 bis 60 min und eine daraus abgeleitete zweite über die Strombelastungen, bei denen in den gleichen Zeiträumen gerade eine Übertemperatur von 20° erreicht wird.

Nach Wurmbach[22]) hat sich ein Verfahren zur Auffindung von Kabelfehlern in der Praxis bewährt, bei dem ein in das fehlerhafte Kabel geschickter Gleichstrom die Kabelarmatur als Rückleitung benutzt; an der Fehlerstelle ändert sich die Richtung dieses Rückstroms, der in einem als Nebenschluß angelegten Galvanometer gemessen wird. — Bujama[23]) gibt Regeln, um bei Fehlerbestimmung nach Brückenmethoden, mit und ohne Hilfswiderstand, den Einfluß der Zuleitungen zu eliminieren. — Stubbings[24]) zeigt, wie die bei Fehlerortsbestimmungen häufig auftretenden Ungenauigkeiten vermieden werden können.

Mechanische Berechnung der Freileitungen. Die Einführung neuer Formeln für den in die Rechnungen eingehenden Wert der Zusatzlast und neue Festlegungen über die zulässige Beanspruchung der Leitungsmaterialien machen jedesmal neue Berechnungen der bei den verschiedenen Temperaturen und Spannweiten einzuhaltenden Durchhänge sowie der überhaupt möglichen größten Durchhangswerte erforderlich. Szilas[25]) leitet aus der bekannten Zustandsgleichung dritten Grades ein graphisches Verfahren ab; indem er als Veränderliche nicht den Durchhang selbst, sondern das Verhältnis »Durchhang : Spannweite« einführt, kann er das Glied dritten Grades durch eine von den Konstanten unabhängige, ein für allemal feste Kurve darstellen. Ein zweites zur Bestimmung des Durchhangs bei verschiedenen Spannweiten geeignetes Verfahren benutzt ein System von Kurvenscharen, die nach dem gleichen Prinzip abgeleitet werden und unabhängig von den Festsetzungen über die Höchstbeanspruchung und über den Wert der Zusatzlast sind. Ergänzend werden auch einige Berechnungsverfahren angegeben. — Seefehlner[26]) verwertet zur graphischen Lösung der Zustandsgleichung dritten Grades, in die er als Veränderliche auch das Verhältnis »Durchhang : Spannweite« einführt, die in Frankreich häufiger üblichen Nomogramme oder kollineare Rechentafeln, bei der jedem Glied der Gleichung eine mit einer entsprechenden Teilung versehene Gerade entspricht; die Verbindungslinie zweier gleich bezeichneter Punkte zweier Geraden gibt als Schnittpunkt mit einer dritten Geraden den zugehörigen Wert der Temperatur. — Edler[27]) vergleicht die älteren und neueren in Deutschland, Österreich und der Schweiz getroffenen Bestimmungen über Zusatzlast und Materialbeanspruchung und stellt die ihnen entsprechenden Hilfswerte für die Durchhangsberechnung in Tabellen und Schaubildern zusammen. Statt der neuesten Zusatzlastformel des VDE empfiehlt er eine wesentlich einfachere, die für mittlere Querschnitte fast gleiche Zusatzlasten ergibt. — Jobin[28]) gibt auf Grund der neuen Vorschriften des Schweizerischen Starkstrominspektorats — konstante Zusatzlast von 800 g/m entsprechend einem Schneewulst von 8 cm Durchm. und 0,16 spez. Gewicht und 2½fache Sicherheit bei dieser Zusatzlast und 0° — eine Anleitung zur Berechnung der Freileitungen. — Kallir[29]) zieht zum Vergleich auch die amerikanischen Regeln an, die bei einer Eisschicht von 0,5 Zoll Stärke mit einem spezifischen Gewicht von 0,8 bis 1 und einem Winddruck von 84 kg auf 1 m² beeiste ebene Fläche noch 2fache Sicherheit fordern. — Zur Sammlung weiteren Erfahrungsmaterials erläßt der Elektrotechnische Verein in Wien[30]) einen Aufruf nebst Fragebogen betr. Anstellung von Be-

obachtungen über die Eisbelastung von Freileitungen. — Zipp[31]) führt Durchhangsberechnungen für Eisenseile mit den alten und neuen Werten der Zusatzlast durch. — Jäger[32]) hat Hilfstabellen herausgegeben, die für Kupfer, Eisen und Aluminium die Durchhänge für Temperaturen bis 40° und Spannweiten bis 300 m, nach den neuen deutschen Normalien berechnet, enthalten.

Überstromschutz in Leitungsnetzen. Die in amerikanischen Hochspannungsleitungsanlagen benutzten Relais zur Betätigung der Ölschalter im Falle von Kurz- oder Erdschlüssen und die mit ihnen gemachten Betriebserfahrungen werden auf Grund einer Umfrage einer Kommission des Amer. Inst. of El. Eng. bei einer größeren Anzahl von Betriebsgesellschaften von den Mitgliedern dieser Kommission besprochen[33]). Wesentliche Unterschiede und Neuerungen gegenüber den in Deutschland gebräuchlichen Schutzeinrichtungen sind nicht vorhanden. — Verschiedene Neuerungen auf diesem Gebiet enthält ein Aufsatz von Biermanns[34]), der durch grundlegende Betrachtungen über den Ursprung und den Verlauf von Überströmen in Hochspannungsanlagen eingeleitet wird. Für Transformatorenschutz empfiehlt Biermanns eine sehr empfindliche Abänderung des Differentialschutzes nach Merz-Price, die statt der Ströme die dem Transformator zu- und von ihm abgeführte Leistung vergleicht und die Transformatorenschalter schon beim ersten Auftreten von Wicklungs- oder Eisenfehlern betätigt. Unabhängige Zeitrelais, die bei vielen hintereinander geschalteten Leitungsstrecken eine sehr lange Auslösezeit in der Nähe des Kraftwerks bedingen, können durch ein neues abhängiges Überstromzeitrelais ersetzt werden, bei dem der reziproke Wert der Auslösezeit ganz proportional dem Auslösestrom verläuft. Auf der Verwendung solcher abhängiger Zeitrelais beruht eine Schutzschaltung für 2 oder mehr parallele Leitungen, die keine Hilfsleitungen erfordert. Ein gleichfalls neues, von der Spannung abhängiges Zeitrelais gibt einen wirksamen Selektivschutz für Ringleitungen. Für große, von mehreren Kraftwerken gespeiste Netze fordert Biermanns eine genaue Untersuchung über die Höhe der in den einzelnen Netzteilen in Störungsfällen auftretenden Überströme, entwickelt ein Verfahren für derartige Untersuchungen und erläutert es an einem Beispiel. — Schrader[35]) beschreibt einen Überstromschutz, der arbeitet, wenn die zeitliche Stromänderung di/dt einen bestimmten Betrag überschreitet, der also von der Höhe der vorhandenen Grundbelastung unabhängig ist. — Marshall[36]) gibt einige Verbesserungen des Merz-Price-Systems, welche die störende Wirkung der Kapazität der Hilfskabel aufheben.

Spannungsregelung in Leitungsnetzen. Ford, Mead und Thomas[37]) behandeln Wirkungsweise und Schaltung kompensierter Relais für die Betätigung von Induktionsreglern, die, am Anfang einer Leitung eingebaut, die Spannung am Ende konstant halten sollen. — Dorey[38]) bespricht die Verfahren zur Verbesserung des Leistungsfaktors a) durch Forderung höherer Strompreise von Abnehmern mit niedrigem Leistungsfaktor, b) durch Einbau der verschiedenen Arten von Phasenwinkelverbesserern. — Lyon[39]) untersucht die Frage der Wirtschaftlichkeit des Einbaus von Kondensatoren in Leitungsanlagen zur Verbesserung des Leistungsfaktors und der Spannungsregulierung und zur Verringerung der Verluste. Häufig ist eine Verstärkung des Leitungsquerschnitts vorteilhafter. Bei der Southern California Edison Co. sind insgesamt 11 Synchronmotoren von zusammen 52000 kVA Leistung an verschiedenen Stellen des Netzes eingebaut; Andree[40]) schildert die Vorkehrungen, die getroffen sind, um den Betrieb mit ihnen möglichst wirtschaftlich zu gestalten. Um bei Entnahme von Einphasenstrom für metallurgische Zwecke aus einem Drehstromnetz den erforderlichen Strom- und Spannungsausgleich zu schaffen, hat Walker[41]) einen Motor mit zwei auf einem Anker befindlichen Wicklungen gebaut, deren eine Drehstrom aufnimmt, während die zweite Einphasenstrom liefert, und berichtet über die an einem solchen Motor von 400 kW Leistung gewonnenen Versuchsergebnisse.

Eine anschauliche Darstellung der Vorgänge bei vollkommenem und unvollkommenem Erdschluß in Drehstromnetzen gewinnt Bauch[42]), indem er neben der Betriebskapazität den Begriff der Störungskapazität einführt, welcher der bei Erdschluß zusätzlich auftretende Ladestrom proportional ist.

[1]) J. Teichmüller, ETZ S 45, 60, 69, 580, 630. — [2]) W. Schälchlin, Bull. Schweiz. EV S 319. — [3]) L. A. Doggett, El. World Bd 74, S 512. — [4]) Lewin, Mitt. Ver. EW S 152. — [5]) O. Hamader, El. Masch.-Bau S 563. — [6]) K. Jungwirth, El. Masch.-Bau S 416. — [7]) Dolivo-Dobrovolsky, ETZ S 1. — [8]) P. Bunet, Rev. Gén. El. Bd 6, S 148. — [9]) E. Velander, El. World Bd 73, S 212. — [10]) S. L. Pearce, El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 25. — Electr. (Ldn.) Bd 82, S 767. — [11]) Yersin, Bull. Schweiz. EV S 147. — [12]) C. Rieder, El. Masch.-Bau S 9. — [13]) B. Guerschinovitch, Rev. Gén. El. Bd 6, S 395. — [14]) Reyneau, El. World Bd 73, S 471. — [15]) R. Bouzon, Rev. Gén. El. Bd 5, S 403. — [16]) R. Swyngedauw, Rev. Gén. El. Bd 5, S 16. — [17]) Swyngedauw, Rev. Gén. El. Bd 5, S 165. — [18]) Bouzon, Rev. Gén. El. Bd 5, S 651. — [19]) A. della Riccia, Rev. Gén. El. Bd 6, S 355. — [20]) Horstmann u. Tousley, El. World Bd 72, S 1173. — [21]) E. Wurmbach, ETZ S 211. — [22]) H. Bujama, El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 432. — [23]) G. W. Stubbings, El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 452. — [24]) O. Szilas, ETZ S 466, 477, 493. — [25]) E. Seefehlner, El. Masch.-Bau S 597. — [26]) R. Edler, El. Masch.-Bau S 533, 547. — [27]) A. Jobin, Bull. Schweiz. EV S 159, 189, 210. — [28]) L. Kallir, El. Masch.-Bau S 585. — [29]) El. Masch.-Bau S 596. — [30]) H. Zipp, El. Masch.-Bau S 303. — [31]) Jaeger, Hilfstabellen für den Freileitungsbau. — [32]) Woodrow, Roper, Traver u. Macgahan, Proc. Amer. Inst. El. Eng. S 631. — [33]) Biermanns, ETZ S 593, 612, 633, 648. — [34]) Schrader, ETZ S 11. — [35]) C. W. Marshall, El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 165. — [36]) A. H. Ford, P. E. Mead u. G. W. Thomas, El. World Bd 73, S 620. — [37]) E. W. Dorey, El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 484, 537. — [38]) W. V. Lyon, El. World Bd 73, S 724. — [39]) J. W. Andree, El. World Bd 74, S 564. — [40]) M. Walker, El. Rev. (Ldn.) Bd 83, S 585, 611. — [41]) Bauch, El. Masch.-Bau S 113.

Leitungsdrähte, Kabel, Isolierstoffe.

Von Dr. Richard Apt.

Freileitungen. Die Bestrebungen, das aus Amerika zu importierende Kupfer in der Elektrotechnik weiter durch das in heimischer Produktion gewonnene Aluminium zu ersetzen, haben die Physikalisch-Technische Reichsanstalt zu eingehenden Untersuchungen darüber veranlaßt, welchen Einfluß Verunreinigungen auf das el. und mechanische Verhalten des Aluminiums haben und bis zu welchen höchsten Reinheitsgraden Aluminium hergestellt werden kann. Jaeger und Scheel sowie Holborn[1]) haben eingehend darüber berichtet. An Hand des Ergebnisses französischer Versuche weist Apt[2]) darauf hin, daß es offenbar im wesentlichen der Gehalt an Kohlenstoff ist, der die el. Leitfähigkeit des Aluminiums ungünstig beeinflußt, daß dagegen eine Erhöhung oder Verringerung des Gehaltes an Eisen oder Silizium nur einen unbedeutenden Einfluß auf die el. Eigenschaften ausüben dürfte, wenn diese Verunreinigungen eine gewisse Höchstgrenze nicht überschreiten. — Zur Abhilfe der schwierigen wirtschaftlichen Lage der während des Krieges gegründeten Deutschen Aluminiumwerke macht Arndt[3]) in Anlehnung an einen eingehenden Bericht von Tröger Vorschläge zu einer dauernden Rentabilität durch Schaffung monopolistischer Handelsgesellschaften und ev. zwangsweise Bevorzugung des Aluminiums gegenüber anderen Metallen in der Industrie. In Frankreich, das gleichfalls ein großes Interesse besitzt, seine heimische Aluminiumerzeugung abzusetzen, wird seit längerer Zeit bereits in gleichem Sinne an die Industrie appelliert. Dusaugey[4]) erörtert in einer ausgezeichneten Zusammenfassung die Möglichkeiten, in weitestgehendem Maße in der Elektrotechnik Aluminium anzuwenden und richtet an die französische Industrie die dringende Mahnung, das heimische Material soweit wie irgend möglich dem Kupfer vorzuziehen.

Kabel. Die hohen Kosten der Verlegung von Erdkabeln bei schwierigem Terrain haben in Amerika dazu geführt, in weitem Umfange Starkstromkabel oberirdisch an Stahlseilen aufgehängt zu verlegen. E. B. Meyer[5]) gibt einen eingehenden Bericht über derartige Anlagen, wobei als Schutzmantel für die Papierisolation nicht Blei, sondern Gummi mit Stoffeinlage, in ähnlicher Ausführung wie bei Schläuchen, verwendet wurde. Solche oberirdischen Kabelanlagen sind bis zu 26000 V Betriebsspannung ausgeführt worden. Allgemeine Betrachtungen über die Temperaturzunahme papierisolierter Kabel stellt Powell[6]) an. Dumermuth[7]) weist auf die freilich bekannte Tatsache hin, daß bei Kabeln die dielektrische Beanspruchung der dem Leiter unmittelbar benachbarten Schicht am höchsten ist und berechnet den Spannungsgradienten für die bei der Elektrisierung der Gotthardstrecke verwendeten Hochspannungskabel.

Messungen über den Einfluß der Eisenbandarmierung auf Widerstand und Reaktanz veröffentlicht Swyngedauw[8]) und stellt hierbei bemerkenswerte Unterschiede über den Einfluß der Armatur auf diese Werte bei kurzen und langen Kabeln fest.

Leitungsdrähte. Eine übersichtliche Zusammenstellung aller während der Übergangswirtschaft vom VDE zugelassenen Leitungsarten ist im El. Anz.[9]) veröffentlicht. Untersuchungen über papierisolierte Leitungen haben gezeigt, daß diese vom VDE bis auf weiteres zugelassenen KJ-Leitungen gegenüber den Leitungen mit Bitumenisolation gute el. Werte aufweisen. Ob sich die papierisolierten Leitungen auch noch halten werden, wenn wieder gummiisolierte Leitungen zu mäßigen Preisen am Markte sind, bleibt allerdings abzuwarten. Die Verwendung der Papierisolation auch für bewegliche Leitungen, Pendelschnüre, Handlampenleitungen, ist jedenfalls nicht zulässig, worauf gegenüber der Veröffentlichung im »Helios«[10]) hinzuweisen ist.

In England gewinnen die sog. CTS-Drähte[11]), d. s. Gummileitungen mit einer weiteren Schutzschicht aus besonders zähem Gummi, immer mehr Anhang, da sie tatsächlich ein bequemes und el. recht zuverlässiges Installationsmaterial darzustellen scheinen. Eine Zwillingsleitung neuartiger Konstruktion schlägt Beaver[12]) vor, darin bestehend, daß zwei blanke Drähte unter Zwischenlage einer vulkanisierten Gummischicht gemeinsam mit Gummi umpreßt werden. Derartige Konstruktionen, sowie die CTS-Leitung, erfordern reichlichen Aufwand an gutem Kautschuk, so daß ihre Einführung für deutsche Verhältnisse zunächst nicht geeignet ist.

Isolierstoffe. Addenbrooke[13]) teilt Versuche mit über die Größe der dielektrischen Verluste an Isolierstoffen. Als Grund dieser Verluste sieht er im wesentlichen die im Material vorhandene Feuchtigkeit an. Im besonderen wird geprüft das Verhalten in der Nähe der Durchschlagsspannung, sowie die Abhängigkeit von der Periodenzahl und Temperatur. Ähnliche Versuche stellte Bouzon[14]) an. Unter Anwendung teilweiser neuartiger Theorien und besonders genauer Untersuchungsmethoden studierte er eingehend die dielektrische Hysteresis an elastischen und viskosen Isolierstoffen. Bezüglich der Einzelheiten der interessanten Abhandlung muß auf das Original verwiesen werden.

Rottmann[15]) stellte genaue Untersuchungen an über die Feuchtigkeitsaufnahme von Isolierstoffen nach verschiedenen Methoden. Eves[16]) gibt Zahlen über Durchschlagsversuche an Vulkanfiber. Weber und Mac Kay[17]) machten Untersuchungen über die Abhängigkeit der Dielektrizitätskonstante von der Temperatur für einige Arten Erdwachs sowie für getränkte Papiere.

Eine interessante und in dieser Vollständigkeit kaum vorher veröffentlichte Zusammenstellung über Glimmer, seine Fundorte, Produktionsverhältnisse, mineralogischen und chemischen Aufbau, sowie das el. und mechanische Verhalten der verschiedenen Sorten veröffentlicht Pector[18]).

[1]) Jaeger u. Scheel u. Holborn, ETZ S 150, 151. — [2]) Apt, ETZ S 265. — [3]) Arndt, ETZ S 455. — [4]) Dusaugey, ETZ S 617. — [5]) E. B. Meyer, ETZ S 158. — [6]) Powell, Proc. Am. Inst. El. Eng. 1916, S 1281. — [7]) Dumermuth, El. Masch.-Bau S 592. — [8]) Swyngedauw, Rev. Gén. El. Bd 5, S 165. — [9]) El.



Anz. S 111. — [10]) Helios Fachz. S 14. — [11]) ETZ S 133. — [12]) Beaver, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 679. — [13]) Addenbrooke, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 353. — [14]) Bouzon, Rev. Gén. El. Bd 6, S 137, 181. — [15]) Rottmann, El. Masch.-Bau S 544. — [16]) Eves, El. Rev. (Ldn.) Bd 83, S 285. — [17]) Weber u. Mackay, Rev. Gén. El. Bd 5, S 718. — [18]) Pector, Rev. Gén. El. Bd 5, S 673, 701, 735, 769.

Ausführung der Leitungen, Stromsicherungen, Installationsmaterial, Schaltanlagen und Schalter.

Von Oberingenieur Karl Hansen Bay.

Ausführungen von Leitungen. Die Verwendung von Stahl-Aluminiumseil für Weitspannung wird von Fischinger[1]) empfohlen. Er gibt Konstruktionen für die Verbindungen und Abspannungen solcher Seile. Er führt an, daß Reinaluminiumseil sich nicht für Weitspannung eignet, betont aber, daß er selbst keine eigenen Erfahrungen mit solchen Leitungen gemacht hat. — Krummbiegel[2]) tritt dieser Auffassung entgegen und weist darauf hin, daß in Nordamerika seit mehr als 10 Jahren Tausende von Kilometern Reinaluminiumleitungen verlegt worden sind. — Auch Cohn[2]) spricht sich unter Hinweis auf die Erfahrungen des EW Trier für die Anwendung von Reinaluminiumleitungen über 50 mm² für Weitspannung aus. — Schmidt[2]) dagegen führt an, daß häufige Brüche an Aluminiumleitungen, die wie Kupferleitungen abgebunden waren, aufgetreten sind. Hierbei handelt es sich offenbar auch um Seile mit geringen Querschnitten, 25 bis 35 mm², bei Stützisolatoren und Spannweiten von 60 bis 70 m. Nur für Ortsnetze und Spannweiten von etwa 45 m sollten Doppelkreuzbunde verwendet werden; bei größeren Spannweiten dagegen Seil- oder Bügelbunde. Es ist auch bei der Montage darauf zu achten, daß die Leitungen vor dem Abbinden gereckt werden, d. h. vorübergehend mit dem max. Zug belastet werden. Andernfalls bekommen die Leitungen nach einiger Zeit einen größeren Durchhang und schlagen im Winde leicht zusammen, worauf unzweifelhaft die ungünstigen Erfahrungen zurückzuführen sind. Sodann muß darauf hingewiesen werden, daß in der jetzigen Zeit der Materialknappheit jedes erhaltbare Aluminiumseil gekauft und verlegt worden ist, in vielen Fällen ohne daß der Käufer erfährt, welcher Fabrikant das Seil hergestellt hat. Da Aluminiumseil im Gegensatz zu den Kupferseilen nicht immer aus gereinigtem Material hergestellt wird, ist es nicht ausgeschlossen, daß auch Seile aus Material hergestellt werden, das aus Altmaterial zusammengeschmolzen ist. Hiervor muß dringend gewarnt werden. Hochspannungsleitungen sollten nur aus Originalaluminium-Barrenmaterial hergestellt werden, andernfalls schlechte Erfahrungen nicht ausbleiben.

Die Ursachen von Leitungsbrüchen und die Maßnahmen zu ihrer Verhütung werden von v. Stadler[3]) erörtert. Er empfiehlt einen neuen Schleifenklemmenbund für Aluminiumleitungen. Jacob[4]) berichtet viel Bemerkenswertes über die Verwendung von Reinaluminium- und Aluminiumstahlseil in Nordamerika. In Abbildungen wird die Verbindung und Abspannung der Aluminiumstahlseile gezeigt. — Der Bericht[5]) über eine auf 106 m hohen Türmen geführte Flußkreuzung von 1463 m Spannweite für 100000 V ist deshalb bemerkenswert, weil die spannungsführenden Seile an 17 Hänge-Isolatorenketten, die in 76 m Entfernung voneinander an Tragseilen aufgehängt sind, befestigt sind. Eine Reparatur oder Auswechselung defekt gewordener Isolatoren dürfte an dieser Kreuzung nicht ganz leicht werden. — Moore[6]) beschreibt den Umbau einer auf Holzmasten geführten Leitung für 30 kV mit Stützisolatoren in eine solche für 70 kV mit Hängeisolatoren, wobei besonders die Traversenanordnung bemerkenswert ist. Er erwähnt Störungen durch Mastbrände bei Verwendung von Holztraversen, deren Entstehen durch die besonderen klimatischen Verhältnisse bedingt ist. — Cohn[7]) berichtet über die während

des Krieges gebauten Freileitungsanlagen, die hierbei angewandten Materialien und Methoden bei der Verteilung der Elektrizität. — Eine auf Eisenbeton-Schleudermasten verlegte 60000-V-Leitung wird von Förster[8]) beschrieben. — Über die Verwendung von oberirdisch verlegten Kabeln wird von E. B. Meyer[9]) aus einer amerikanischen Veröffentlichung referiert. — Dettmar[10]) behandelt die Frage einer Bezeichnung der Hochspannungsleitungen für Luftfahrer. — An Hand von Skizzen wird eine neue dreifache Aufhängung für Postkreuzungen gezeigt[11]).

Isolatoren. Die in den letzten Jahren so zahlreich aufgetretenen Störungen, hauptsächlich an Stützisolatoren, werden von E. O. Meyer[12]) einer eingehenden Untersuchung unterworfen. — Auch Schendell[13]) hat an Hand von Berichten der verschiedenen Überlandzentralen diese Frage eingehend geprüft. — Aus den Arbeiten dieser Verfasser, sowie auch aus den Äußerungen von Benischke und Grimm[14]) scheint hervorzugehen, daß nur solche Isolatoren vorzuziehen sind, die nicht gekittet sind, also einteilige oder zusammenglasierte. Denn geklärt scheinen die Vorgänge, die eine Zerstörung der Isolatoren hervorgerufen haben, noch lange nicht zu sein. — Donath[15]) führt an, daß von über eine Million gekitteter Deltaglocken der verschiedenen Größen, die von der Porzellanfabrik Freiberg hergestellt sind, keine wegen Rißbildung beanstandet worden sind. Trotzdem hat es diese Firma sich angelegen sein lassen, einen neuen Kitt[16]) mit gleicher Wärmeausdehnung wie Porzellan zu verwenden und außerdem die Kittflächen mit einem elastischen Anstrich zu versehen. Worin die richtige Kittweise, die richtige Isolatorenform usw. besteht, die das günstige Resultat dieser Fabrik verursachte, wird leider nicht gesagt. Die Dimensionen dieser Isolatoren weichen so wenig von denen der anderen Firmen ab, daß hier wohl nicht die Ursache zu suchen ist. Sollte nicht vielmehr der Erfolg allein darin zu finden sein, daß das Porzellan etwas elastischer ist als das von anderen Firmen hergestellte? — Nagel[17]) macht an Hand der Berichte von Schendell Verbesserungsvorschläge für die Ausführungen der Isolatoren. — Ein Hängeisolator, welcher neuerdings in Amerika von der Jeffery-Dewitt Co. fabriziert wird, wird beschrieben[18]), die Armaturteile werden in dem Porzellankörper durch eingegossenes, leicht schmelzendes Metall befestigt. Wenn die Amerikaner für die Fabrikation dieser Isolatoren ein weniger poröses Material als bisher üblich verwenden, ist es nicht ausgeschlossen, daß diese Isolatortype sich gut bewährt. — Johnson[19]) verwendet zum Aufsuchen von defekten Isolatoren einen mit einer Metallgabel versehenen Stab und berührt mit diesem die einzelnen unter Spannung stehenden Isolatoren, die nun, je nachdem sie gut oder schlecht sind, einen verschiedenen Ton geben. Erfahrene Leitungsaufseher sollen hierdurch mit Sicherheit sogar defekte, noch nicht durchgeschlagene Isolatoren herausfinden. — Durch mikroskopische Untersuchung der Dünnschliffe von Isolatoren, die sich längere Zeit im Betriebe bewährt haben, und Vergleich dieser mit Dünnschliffen von schlechten Isolatoren sucht Tufty[20]) die Gründe für das Defektwerden derselben zu ermitteln. — In Deutschland war man im Berichtsjahre, wie die Patentliteratur zeigt, eifrig mit der Ausbildung kittloser Isolatoren beschäftigt. — Ackermann[21]) bespricht ebenfalls die Ursachen der bisher beobachteten Isolatorenfehler, stellt die Bedingungen auf, die von Stützisolatoren zu erfüllen sind, und zeigt an Hand von Abbildungen die neuesten Typen von Stütz- und Hängeisolatoren. Ein aus drei Stäben oder Röhren konstruierter Stützisolator wird beschrieben[22]). Derselbe soll billiger als die gewöhnlichen Stützisolatoren sein und aus Glas oder Porzellan, für Innenräume aus Bitula (einem künstlichen Isolierstoff), hergestellt werden. — Untersuchungen über die Spannungsverteilung an Hänge- und Abspannketten werden von Schwaiger[23]) ausgeführt. Er berichtet ausführlich über die angewandten Meßmethoden und die erzielten Resultate.

Stützpunkte. Kienberg[24]) untersucht die Verwendbarkeit und Festigkeit von Doppelmasten. Er empfiehlt die Verwendung solcher Maste. — Als Resultat seiner Untersuchungen über die Aufnahme von Imprägniermitteln

kommt Nowotny[25]) zu der Forderung der Verwendung von möglichst kräftigen Imprägniermitteln und Steigerung der Aufnahmefähigkeit für diese. — Auch Wolff[26]) behandelt in einem Aufsatz das Holzschutzverfahren und die Anwendung in der Elektrotechnik. — Feuer[27]) gibt eine Berechnungsart für Betonfundamente von Eisenmasten in Anlehnung an die Versuche von Fröhlich. — In ausführlicher Weise wird unter Berücksichtigung der neuesten Erfahrungen über die verschiedenen Vorimprägnierverfahren von Schmidt[28]) berichtet. — In einem längeren Aufsatz rechnet Jacobi[29]) nach den Bestimmungen der Normalien von 1914 die gebräuchlichsten Mastentypen durch.

Stromsicherungen. Eine neue Konstruktion einer Hörnersicherung in Verbindung mit einem Trennschalter wird beschrieben[30]). Ihre Verwendung in kleinen Transformatorenstationen ist der geringeren Montagearbeit wegen vorteilhaft.

Installationsmaterial. Die Belastungsfähigkeit von Schaltapparaten hoher Schalthäufigkeit ist Gegenstand eines Aufsatzes von Ott[31]). Er gibt neue Formeln für die Abhängigkeit der Anlaßleistungen von Strom und Spannung sowie von der Schalthäufigkeit. — Zaudi[32]) beschreibt neue Kabelschuhe, die für verschiedene Querschnitte durch einfaches Umlegen der Klemmstücke zu verwenden sind. — Eine neue Konstruktion von Steckkontakten und Fassungen wird an Hand von Abbildungen beschrieben[33]) und die besonderen Vorteile gegenüber den gebräuchlichen Steckern hervorgehoben. — Curchod[34]) zeigt an Hand von Schaltungsskizzen die verschiedenen Schaltungsmöglichkeiten für Zimmerbeleuchtungsstromkreise. — Nach dem Bericht des Bayerischen Revisionsvereins[35]) wird über die schlechten Erfahrungen der Ersatzmaterialien bei Hausinstallationen referiert.

Schaltanlagen. Probst[36]) berichtet über die während des Krieges gemachten Erfahrungen im Bau von Schaltapparaten und Schaltanlagen. — Samuels und Bechoff[37]) geben eine Übersicht über die Sicherungseinrichtungen bei Ölschalterinstallationen, um die Stellung der Apparate und ihre Temperatur zu kontrollieren. Die Hauptgesichtspunkte für die Anordnung der Signalapparate in Zentralen werden zusammengestellt. — Rosebourne[38]) bespricht die Anforderungen, die an die Konstruktion und Wirkungsweise der verschiedenen Schutzapparate für Generatoren, Transformatoren usw. gestellt werden müssen, und gibt eine Anzahl Schaltungen für solche Apparate.

Schalter. Southgate[39]) beschreibt einen Luftschalter, welcher dazu dienen soll, eine 100 kV-Leitung mit 5000 kVA Ladeleistung abzuschalten. Die Wirkungsweise des Schalters ist aus Zeichnungen und Lichtbildern, die den bei der Unterbrechung entstehenden Lichtbogen zeigen, gut ersichtlich. Entgegen den üblichen Anordnungen von Freileitungsschaltern werden bei der Betätigung des Schalters die Isolatoren um ihre Achse gedreht. — Unter Hinweis auf die Veröffentlichungen über die Schaltvorgänge (siehe JB 1917, 18), bespricht Charpentier[40]) die Vorgänge bei der Unterbrechung des elektrischen Stromes unter Öl und die Möglichkeit der Typisierung der Schalter.

Vogelsang[41]) und Schrottke[42]) berichten über die Ölschalterkonstruktionen für sehr hohe Leistungen und Spannungen. Die an einer 60000-kW-Turbine ausgeführten Versuche sind besonders bemerkenswert. — Anschließend an ein Referat über die Ölschalterversuche von Bauer gibt Biermanns[43]) einige Daten über die Bewährung der von der AEG konstruierten Ölschalter, die bei 100 kV sich unter den schwersten Bedingungen bewährt haben. — Es wird ein automatischer Ölschalter für Unterstationen beschrieben[44]), der sich in einer halben Minute nach erfolgter Auslösung wieder selbständig einschaltet. Besteht der Fehler dann noch, löst der Schalter ohne wieder einzuschalten sofort aus. — Hill[45]) gibt Angaben über Gleichstromschalter für 3000 A bei 3600 V, die mit sehr hoher Schaltgeschwindigkeit arbeiten. Auch solche Schalter für chemische Betriebe für 10000 A werden beschrieben[46]).

[1]) E. G. Fischinger, ETZ S 393. — [2]) Krumbiegel, Cohn, Pietzsch, Fr. Schmidt u. E. G. Fischinger, ETZ S 529. — [3]) R. v. Stadler, Mitt. Ver. EW S 179. — [4]) A. Jacob, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 743. — [5]) El. Anz. S 270. —

[6]) L. J. Moore, El. World Bd 72, S 1118. — [7]) P. Cohn, ETZ S 221. — [8]) M. Foerster, ETZ S 191. — [9]) E. B. Meyer, ETZ S 158. — [10]) G. Dettmar, ETZ S 449. — [11]) El. Anz. S 211. — [12]) E. O. Meyer, ETZ S 173, 188, 198, 278. — [13]) Schendell, ETZ S 317. — [14]) G. Benischke u. Grimm, ETZ S 486. — [15]) M. Donath, ETZ S 573. — [16]) ETZ S 501. — [17]) R. Nagel, Mitt. Ver. EW S 256. — [18]) ETZ S 556. — [19]) T. F. Johnson, El. World Bd 74, S 568. — [20]) H. G. Tufty, El. World Bd 73, S 268. — [21]) P. Ackerman, El. World Bd 73, S 116. — [22]) Brown, Boveri & Co., El. Masch.-Bau S 87. — [23]) A. Schwaiger, El. Masch.-Bau S 569. — [24]) W. Kinberg, El. Masch.-Bau S 13. — [25]) R. Nowotny, El. Masch.-Bau S 105. — [26]) Th. Wolff, Helios Fachz. S 345. — [27]) N. Feuer, ETZ S 402. — [28]) J. Schmidt, El. Anz. S 289, 323, 335, 343, 353. — [29]) B. Jacobi, El. Anz. S 198, 413, 419, 435, 441, 471, 487, 503, 540, 562, 584, 611, 622, 656. — Electr. S 548, welcher Band Referat über Turaday Society. — [30]) ETZ S 443. — [31]) H. Ott, ETZ S 583. — [32]) R. Zaudy, ETZ S 50. — [33]) ETZ S 570. — [34]) A. Curchod, Rev. Gén. El. Bd 6, S 119. — [35]) ETZ S 501. — [36]) H. Probst, ETZ S 245. — [37]) M. M. Samuels u. F. Bechoff, El. World Bd 72, S 878. — [38]) M. Rosebourne, Rev. Gén. El. Bd 6, S 774. — [39]) G. T. Southgate, El. World Bd 74, S 407. — [40]) P. Charpentier, Rev. Gén. El. Bd 6, S 404. — [41]) M. Vogelsang, ETZ S 597. — [42]) F. Schrottke, ETZ S 625. — [43]) J. Biermanns, ETZ S 481. — [44]) El. Masch.-Bau S 20. — [45]) C. H. Hill, El. Masch.-Bau S 29. — [46]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 708.

Überspannungen, Störungen, Gefahren, Korona.

Von Prof. Dr.-Ing. W. Petersen.

Überspannungen. Der Wellenwiderstand von Freileitungen ändert sich an den Punkten, an welchen sich die Leitungsanordnung ändert, sowie an den Stellen, an welchen der Grundwasserspiegel tief unter die Leitung sinkt. Wie Grabscheid[1]) nachweist, können im zweiten Fall nicht unerhebliche Spannungserhöhungen entstehen, wenn Wanderwellen bei dem Hinauflaufen auf den höheren Wellenwiderstand teilweise zurückgeworfen werden. Im Gebirge, insbesondere im Kalkgebirge sind dort, wo sich die Leitungen über Fels hinziehen, wo zwischen ihnen und dem Grundwasser starke, isolierende Felsschichten liegen, bedeutende Erhöhungen des Wellenwiderstandes möglich.

Schwaiger[2]) beschreibt ein lehrreiches mechanisches Modell, welches das Eindringen von Sprungwellen in Wickelungen nachbildet. Recht bemerkenswert sind, verglichen mit den von K. W. Wagner erschöpfend behandelten Wanderwellenschwingungen, eine Reihe französischer Aufsätze[3]) über Schwingungen und Überspannungen in Druckrohren.

Einen erheblichen Fortschritt stellen die von Gewecke[4]) angegebenen Widerstände aus gegossenen Metalloxyden dar. Während Silit, Karborund und ähnliche Stoffe unter hohen Spannungsgefällen ihren Widerstand einbüßen, »spannungsabhängig« sind, sinkt der Widerstand der gegossenen Metalloxydstäbe nur wenig ab, er ist praktisch »spannungsunabhängig«. Für die Überbrückungswiderstände von Stromwandlern und Auslösespulen ist die Spannungsabhängigkeit erwünscht. Dagegen beeinträchtigt sie die erstrebte Schutzwirkung von Schutzschaltern, Vorschaltwiderständen von Spannungswandlern, von überbrückten Schutzdrosselspulen. Im spannungsunabhängigen Metalloxydwiderstand nach Gewecke ist der Stoff gefunden worden, welcher das zuverlässige Arbeiten der genannten Einrichtungen sicherstellt. Gegenüber Silit, Karborund und ähnlichen Stoffen hat er den weiteren Vorzug, daß er überlastet nicht springt. Er kann bis zum Schmelzen und Abtropfen erhitzt werden. Deshalb eignet er sich ganz besonders als Strombegrenzungswiderstand von Spannungswandlern.

Mit Einzelheiten des Erdschlusses, insbesondere des unvollkommenen Erdschlusses mit der Verteilung der Ladeströme längs einer erdgeschlossenen Leitung beschäftigt sich Bauch[5]) eingehend. Weitere Einzelheiten und Betriebserfahrungen über die bereits im letzten Jahrbuch behandelte Erdschlußspule bringt

Petersen[6]). U. a. weist er auf die Empfindlichkeit von getrennt betriebenen Doppelleitungen hin. Wird das eine Leitungssystem erdgeschlossen, so werden in dem anderen beträchtliche Spannungen »elektrisch« induziert, die zu starken, gefährlichen Verlagerungen der Spannungen gegen Erde der gesunden (induzierten) Leitung führen. Zur Beseitigung dieser lästigen Erscheinung dient die Ausgleichspule, welche zwischen den Nullpunkten beider Systeme liegt, und deren induktive Reaktanz gleich der kapazitiven Reaktanz der Kapazität zwischen den beiden Leitungssystemen gewählt wird.

Die British Thomson Houston Co.[7]) beschreibt einen Überspannungsanzeiger, der im wesentlichen aus einer kleinen Neonröhre besteht, die unter Vorschaltung einer Funkenstrecke und eines kleinen Kondensators angeschlossen wird. Die durch eine Überspannung angeregte (leitend gewordene) Röhre schließt einen Gleichstromkreis, in welchem ein Schreiber und ein Unterbrecher liegt.

Irrströme. Wertvolle Anhaltspunkte für die Bekämpfung von Kondensatoranfressungen bietet ein Aufsatz von Michalke[8]), in welchem an der Hand eines Beispieles die Berechnung der »Schutzstromdichte« gegeben wird.

Überströme. Biermanns[9]) bringt eine zusammenfassende Betrachtung der neueren Verfahren des Überstromschutzes. Insbesondere seien hervorgehoben die Auslöser, in welchen das »Nachlaufen« nach Abschalten des Fehlers (durch einen anderen Auslöser) verhindert wird und das spannungsabhängige oder Spannungsabfallrelais, dessen Auslösezeit durch die Spannung gesteuert wird.

Die Spannung muß vom Fehlerpunkt aus nach der stromliefernden Stelle zu stets zunehmen. Die Zeit von Auslösern, deren Ablaufzeit von der Spannung abhängig ist, wird daher selbsttätig gestaffelt. Der Auslöser, welcher dem Fehler zunächst liegt, wird daher zuerst ansprechen und den Fehler sicher abschalten.

Das spannungsabhängige Relais, das gleichfalls von Schrader[10]) behandelt wird, hat jedenfalls eine große Zukunft. Es bietet in mancher Hinsicht einen vollwertigen Ersatz für den Differentialschutz. Wie dieser, gestattet es den Betrieb von Ringnetzen und von Netzen, auf die verschiedene Kraftwerke arbeiten.

Gormann[11]) legt den in der Praxis viel zu wenig beachteten Einfluß der Eigenschaften von Auslösern verschiedener Herkunft und Herstellungszeit dar. Trotz mühsam ausgeklügelter Staffelung von Zeit und Auslösestrom müssen die Auslöser versagen, wenn die in Reihe liegenden Auslöser nicht die gleiche Charakteristik haben. Die Vertiefung in die Darlegungen Gormanns wird manchem Betriebsleiter Klarheit über beobachtete Unzulänglichkeiten des Überstromschutzes verschaffen.

[1]) J. Grabscheid, El. Masch.-Bau S 281. — [2]) Schwaiger, Helios Fachz. S 177, 185. — [3]) C. Camichel, D. Eydoux, M. Gariel, Rev. Gén. El. Bd 5, S 243. — Ed. Carey, Rev. Gén. El. Bd 5, S 367; Bd 6, S 539, 787. — G. Guillaumin, Rev. Gén. El. Bd 5, S 549, 719. — de Sparre, Rev. Gén. El. Bd 6. S 747. — [4]) H. Gewecke, ETZ S 370. — [5]) R. Bauch, El. Masch.-Bau S 113. — [6]) W. Petersen, ETZ S 5, 17, 138, 152. — [7]) British Thomson Houston Co., El. Masch.-Bau S 8. — [8]) K. Michalke, Z. Ver. Dtsch. Ing. S. 728. — [9]) J. Biermanns, ETZ S 595, 612, 633, 648. — [10]) Schrader, El. Kraftbetr. S 11. — [11]) G. Gormann, ETZ S 297.

IV. Kraftwerke und Verteilungsanlagen.

Wirtschaftlichkeit in der Elektrizitätsversorgung. Von Oberingenieur Heinrich Büggeln, Stuttgart. — Kraftquellen. Einrichtungen des Elektrizitätswerks. Von Eugen Eichel, beratendem Ingenieur, Berlin. — Ausgeführte Anlagen. Von Oberingenieur Joh. Sessinghaus, Berlin.

Wirtschaftlichkeit in der Elektrizitätsversorgung.

Von Oberingenieur Heinrich Büggeln.

Großanlagen und Wasserkräfte. Die große Brennstoffnot, unter der sämtliche Erdteile infolge des Krieges mehr oder weniger leiden, hat die Erstellung von großen Wärmekraftanlagen mit sparsamstem Brennstoffverbrauch und den Ausbau der Wasserkräfte in nie geahnter Weise gefördert. Straus[1]) zeigt, daß eine Steigerung der Kohlenkosten die Wettbewerbsfähigkeit gut ausgenutzter Wasserkraftanlagen trotz der erhöhten Baukosten gegenüber Dampfturbinenanlagen vermehrt. — Zander[2]) macht Vorschläge für eine vollkommene Ausnutzung der bisher vernachlässigten kleinen und mittleren Wasserkräfte. — Reindl[3]) beschreibt verschiedene Wasserversorgungsanlagen, mit denen gleichzeitig eine Kraftgewinnung verbunden ist, so bei den Anlagen in Wien und Serajevo. Bei der Gelegenheit untersucht er die Möglichkeit der Kraftgewinnung aus der württembergischen Landeswasserversorgung. — Drei besonders große Wasserturbinengeneratoren[4]) von je 32000 kVA sind in den Vereinigten Staaten für die Ausnutzung der Niagarafälle in Auftrag gegeben worden. — Auch die Frage der Kraftgewinnung aus Ebbe und Flut[5]) taucht wieder auf. Besonders in England liegen die Verhältnisse günstig, da der Unterschied zwischen niedrigstem und höchstem Wasserstand dort 9 bis 12 m beträgt. — Klingenberg[6]) beschreibt eingehend die Anlagen des Großkraftwerks Zschornewitz (Golpa), das Musterbeispiel für ein großes Wärmekraftwerk.

Wie der Kohlenverbrauch mit der Größe der Leistungen herabgeht, zeigt das Ergebnis einer Anfrage der Hydroelectric Power Commission[7]) bei 73 Dampfelektrizitätswerken in den Vereinigten Staaten und Kanada. Als Mittelwert sind für den Kohlenverbrauch 1,73 kg/kWh oder 19,90 t/kW-Jahr bei einem mittleren Heizwert von 7550 cal festgestellt. Der Kohlenverbrauch geht mit der Größe der Leistungen ganz bedeutend herab, nämlich von 3,47 kg/kWh bei Leistungen bis 1000 kW auf 0,872 kg/kWh bei Leistungen über 10000 kW.

Der im JB 1918, S 61, erwähnte Vortrag von Dobrowolsky[8]), in dem die Frage aufgeworfen wird, ob für alle späteren Kraftübertragungen das System des hochgespannten Drehstroms immer noch das richtige bleiben oder durch hochgespannten Gleichstrom ersetzt werden wird, ist im Wortlaut erschienen. Der Vortrag hat eine sehr anregende Aussprache zur Folge, an der sich Scherbius, Klingenberg, Rüdenberg, Sarfert, Fleischmann und Strecker beteiligen. Gustav W. Meyer[9]) nimmt ebenfalls zu der Frage Stellung und verweist auf seinen Bericht, den er schon 1913 über die 130 kV-Anlagen am Au-Sable-Flusse gemacht hat und in dem der schädliche Einfluß des Kondensatoreffekts in drastischer Weise bestätigt wird. — In den Vereinigten Staaten scheinen die Bedenken gegen hochgespannten Drehstrom nicht vorhanden zu sein, denn man geht dort zu noch höheren Spannungen als seither über. So soll in Kalifornien[10]) eine Großkraftübertragung mit 220 kV gebaut werden.

Die elektrische Großwirtschaft und der Staat. Die Zusammenschlußbewegung, die durch die Regierung allgemein begünstigt wird, hat auch im Berichtsjahre wieder bedeutende Fortschritte gemacht. Thierbach[11]) äußert sich eingehend über die neuesten Pläne O. v. Millers, dessen Bayernwerk nun seiner Verwirklichung entgegengeht. — Der sächsische Staat[12]) hat verschiedene neue Werke erworben und bei anderen sich durch Erwerbung von Anteilen Einfluß

verschafft. Auch neue Stromlieferungsverträge hat er abgeschlossen, teilweise durch Übernahme bestehender Verträge. Über zukünftige Erweiterungspläne wird ebenfalls berichtet. — Unter dem Namen »Vorortssammelschiene« haben die Elektrizitäts-Gemeindeverbände Deuben, Coschütz, Cossebaude und Niederlößnitz einen Zweckverband gegründet, der die Kupplung der Kraftwerke im Plauenschen Grund beabsichtigt. — Mit den Anlagekosten und den mutmaßlichen Betriebsergebnissen einer el. Großwirtschaft in Württemberg befaßt sich von der Burchard[14]). — Inzwischen ist in Württemberg die Württ. Landes-Elektrizitätsgesellschaft[15]) unter Beteiligung des Reiches gegründet worden. Sie plant eine Verbindung der Stromgebiete von Stuttgart bis Heidenheim und den Ausbau weiterer Wasserkräfte. Ferner werden Verbindungen mit Baden und Bayern beabsichtigt. Mit dem Bau der Fernleitung von Stuttgart nach dem Oberamt Heidenheim ist begonnen worden. — Jung[16]) führt Baden als Beispiel dafür an, wie durch Gemeinschaftsarbeit von Staat, Stadt Landgemeinden und Privatunternehmungen unter Wahrung der gegenseitigen Interessen die allmähliche Überleitung zur einheitlichen Elektrizitäts-Großversorgung eines ganzen Staatsgebietes am ersprießlichsten verwirklicht werden kann. — Kochendörfer[17]) spricht gegen Fernkraftwerke und große Fernleitungen. Er hält Erzeugung und Verteilung im kleineren Gebiet für besser.

Mit der Nutzbarmachung der Wasserkräfte Deutsch-Österreichs[18]) hat sich die Hauptversammlung des Wasserwirtschaftsverbandes der österr. Industrie am 16. Januar 1919 beschäftigt. An den Verhandlungen haben die hervorragendsten Fachmänner des Landes teilgenommen.

Fenyves[19]) berichtet über die 1918 im ungarischen Handelsministerium ausgearbeitete Denkschrift betr. Versorgung Ungarns mit el. Energie und weist darauf hin, daß das Land bei Erfüllung der Gebietsforderungen der Nachbarn drei Viertel seines Energievorrates verlieren würde.

In der Schweiz[20]) sollen die Sektionen für Elektrizitätsversorgung bei der industriellen Kriegswirtschaft mit der Abteilung für Wasserwirtschaft und den übrigen an letzterer interessierten Organen des Bundes unter einheitlicher Leitung vereinigt werden. Über die im JB 1918, S 64, erwähnte schweizerische eidgenössische Sammelschiene liegt eine ausführliche Arbeit von Kohler[21]) vor.

Über die staatliche Elektrizitätsversorgung Schwedens berichten Borgvist[22]) und Halden[23]). Die Richtlinien für die Elektrizitäts-Großwirtschaft Schwedens werden bekannt gegeben. — In einer umfangreichen Arbeit, die sich in der Hauptsache mit den Verhältnissen in Frankreich befaßt, zeigt F. Scoumanne[24]) die wirtschaftlichen Vorteile eines Zusammenschlusses von Kraftwerken und Leitungsnetzen.

Rushmore und Lof[25]) geben einen kurzen Überblick über die Entwicklung der el. Krafterzeugung und Anwendung in den Vereinigten Staaten während des letzten Jahrzehnts vor dem Kriege. — Halpenny[26]) zeigt an Beispielen aus Kalifornien, wie die Wirtschaftlichkeit von Wasserkraftanlagen bei Zusammenschlüssen steigt. — Auch an anderer Stelle[27]) wird über Zusammenschlüsse in Kalifornien, ferner auch über solche in Connecticut[28]) und Arizona[29]) berichtet. — Nach L. J. Moore[30]) hat der Zusammenschluß von Kraftwerken eine bedeutende Verminderung der Dampfreserven zur Folge. Die Zusammenschlüsse werden in den Vereinigten Staaten erheblich durch die verschiedenen Frequenzen erschwert, die zwischen 12,5 und 140 liegen. Es wird vorgeschlagen[31]), in den nächsten 10 bis 20 Jahren allmählich die Einheitsfrequenz 60 einzuführen.

Gewinnung und Verwertung von Nebenerzeugnissen. Es wird über die Gutachten[32]) berichtet, die das Reichsschatzamt über die Kohlenvergasung und Nebenerzeugnisgewinnung eingefordert hat. Solche Gutachten liegen vor von Caro, Klingenberg, Russig und Lempelius. Caro nimmt gegen die im JB 1916, S 73, und 1917, S 64, erwähnten Arbeiten von v. Dewitz und Besemfelder Stellung. Auch Russig und Lempelius zeigen die Haltlosigkeit der Berechnungen und Folgerungen. Besemfelder[33]) erwidert auf die Angriffe, kann diese aber nicht schlüssig und zahlenmäßig widerlegen. Über die

Arbeiten des Institutes für Kohlenvergasung und Nebenproduktengewinnung in Wien wird vom Präsidenten Exner[34]) berichtet. — Brabbée[35]) führt in einem Vortrag im Berliner Bezirksverein Deutscher Ingenieure über Deutschlands zukünftige Kohlenwirtschaft die Forderung mancher Kreise, alle brauchbaren Kohlen Deutschlands zu vergasen und dadurch Milliardengewinne zu erzielen, auf das richtige Maß zurück. — Tröger[36]) zeigt, daß die Wirtschaftlichkeit der deutschen Aluminiumwerke nur in Verbindung mit der staatlichen Elektrizitätsversorgung erreicht werden kann. — Wilkens[37]) beschreibt eine Apparatur des Kaiser-Wilhelm-Institutes und zeigt, wie die Methode zur Nebenproduktengewinnung bei Dampfkraftwerken benutzt werden kann.

Infolge des Brennstoffmangels rücken auch die Müllverbrennungsanlagen mehr in den Vordergrund. Über die Anlage in Berlin-Schöneberg[38]) liegt ein Bericht vor.

Über den amerikanischen Kraftwerkbetrieb mit nicht marktfähiger Kohle berichtet E. Philippi[39]). Die Anlage bei der Lehigh Coal and Navigation Company im Kraftwerk Hauto, Pa., soll von 30000 auf 100000 kW erweitert werden. — Barjou[40]) bespricht einen Aufsatz in L'industrie électrique, in dem der Verfasser zeigt, daß z. B. bei den Fördermaschinen der Kohlengruben zu Lens der Dampfverbrauch von 30 bis 34 auf 14 kg/kWh herabgemindert werden könnte. Auch noch andere Beispiele werden angegeben.

Sparsamkeit im Kesselhause. Die Kohlenpreise und Kohlenknappheit erfordern eine äußerste Ersparnis im Verbrauch. Shoudy[41]) gibt als Hauptmittel an: Aufrechterhaltung eines möglichst hohen Vakuums, Betrieb von nicht mehr Kesseln, als die ununterbrochene Stromlieferung erfordert, sowie Überwachung der kleinen, vielfach vernachlässigten Verluste. — Grospaud[42]) beschreibt ein Prämiensystem für sparsamen Kraftverbrauch. — Über eine neue Abwärmeverwertung bei Dampfturbinen zur Erzeugung von Zusatzspeisewasser, destilliertem Wasser, zum Eindampfen usw. macht Josse[43]) nähere Angaben.

Der Parallelbetrieb von Kraftwerken sowie die Verbesserung des Leistungs- und Belastungsfaktors. Brecht[44]) zeigt, daß bei einer bestimmten Verteilung des Blindstroms die Summe der Verluste in der Kuppelleitung und in den Kraftwerken ein Minimum wird.

Wie im Vorjahr, so wird auch im Berichtsjahr wieder häufig über die Verwendung von Induktionsgeneratoren (Asynchrongeneratoren) berichtet, so in der schon früher erwähnten Abhandlung von Zander[45]) über vernachlässigte Kraftquellen. Sehr eingehend beschäftigen sich mit dieser Frage Adler[46]) und Spitzer[47]). Die Anwendung wird empfohlen, wenn die Gesamtleistung der Induktionsgeneratoren in kVA nicht mehr als ein Zehntel der Gesamtleistung des Synchron-Mutterwerkes beträgt. Spitzer veröffentlicht eine rechnerische und zeichnerische Untersuchung, die es ermöglicht, die durch den Anschluß entstehenden Belastungsverhältnisse bequem zu überprüfen, und gibt für die Berechnung eine Formel

$$S = \sqrt{N^2 + A^2 - 2\,NA\cos(\varphi + \alpha)}$$

an, wobei S, A und N die scheinbaren Leistungen des Synchronwerks, der Induktionsgeneratoren und der Belastung in kVA, $\cos\varphi$ den Leistungsfaktor des Netzes und $\cos\alpha$ den Leistungsfaktor der Induktionsgeneratoren bedeuten. Rosenberg[48]) greift die Ausführungen von Adler an und behauptet, daß die Verwendung von Induktionsgeneratoren bei mitteleuropäischen Werken keine Berechtigung habe. Diese Ausführungen veranlassen Adler[49]) zu einer Erwiderung.

Für die Verbesserung des Leistungsfaktors herrscht nach wie vor auch in den Vereinigten Staaten ein lebhaftes Interesse. In einem Bericht aus El. Rev. (Chicago)[50]) wird gezeigt, wie durch den Einbau von Papierkondensatoren in Ölbehältern der Leistungsfaktor von 0,49 auf 0,71 gesteigert worden ist. An anderer Stelle[51]) wird der statische Ölkondensator der British Insulated and

Helsby Cables Ltd. beschrieben und sein Einfluß gezeigt. In einer Anlage[52]) ist eine Verbesserung des Leistungsfaktors von 70% auf 90% erzielt worden. Bei einer Leistung von 400 kVA wurden jährlich 225000 kWh gewonnen und bei einem Anlagekapital des Kondensators von 7500 Dollar jährlich netto 2812 Dollar gespart. In dem Aufsatz werden die Vorteile der statischen Kondensatoren gegenüber Synchronkondensatoren beschrieben. Auch W. Brown[53]) beschreibt Vorrichtungen zur Verbesserung des Leistungsfaktors. — Von Interesse ist die plastische Darstellung der Belastungskurven des Elektrizitätswerkes Glasgow[54]). Die schon früher in Amerika angewandte Methode stellt die Abhängigkeit der Belastungen von allen in Frage kommenden Faktoren sehr übersichtlich und anschaulich dar. Interessant ist der Unterschied der Kurven zwischen den Arbeitswochen von 54 Stunden vom Januar bis März 1918 und von 47 Stunden vom Januar bis März 1919. Es liegt dann noch ein Bericht[55]) vor über die Verbesserung des Leistungsfaktors in Werken New Englands. Auch in der französischen Literatur[56]) wird über Maßnahmen zur Verbesserung berichtet.

Perlewitz[57]) zeigt, daß der Kappsche Vibrator ein gutes Mittel zur Verbesserung des Leistungsfaktors ist, und beschreibt dessen Anwendungen. Das veranlaßt Camen[58]) und Kapp[59]), ergänzende Bemerkungen zu dem Thema zu machen. An Hand der Belastungskurve des Elektrizitätswerkes einer hypothetischen Stadt, die einen Belastungsfaktor von 36% zeigt, weist J. P. Kemp[60]) nach, daß durch die Lieferung von el. Arbeit zur Aufladung von Batterien el. betriebener Fahrzeuge in den Stunden der schlechten Belastung der Belastungsfaktor auf 72% und der Reingewinn von 25000 auf 290000 Pfund Sterling im Jahr gesteigert werden kann.

Tarife. Nachdem durch Bußmann im Vorjahre (JB 1918, S 69) Vorschläge zur Verbesserung des Leistungsfaktors durch besondere Tarifvergünstigungen gemacht worden sind, haben auch andere Fachmänner zu dieser wichtigen Frage Stellung genommen. — Buchholz[61]) hält die meßtechnische Bestimmung des sog. »mittleren« Leistungsfaktors nicht für einwandfrei und führt den Begriff des »Korrelationsfaktors« ein, der dem Begriff des »mittleren« Leistungsfaktors parallel steht. Er zeigt, daß in dem Produkt beider Größen, dem »Energiefaktor«, das Objekt der Messung und die Handhabe zur tariftechnischen Erfassung des komplexen Verbrauches gegeben ist. Schering[62]) und R. Schmidt[63]) nehmen gegen die Ausführungen Stellung, worauf Buchholz[64]) nochmals erwidert. Auch von Bußmann[65]) liegt ein neuer Aufsatz vor, in dem er auf die vorgenannten Äußerungen eingeht und einen Überblick über das Ergebnis der seitherigen Arbeiten gibt. Eine sehr beachtenswerte und inhaltsreiche Aussprache[66]) hat am 22. Oktober 1918 im El. Verein in Berlin über das Thema stattgefunden.

Auch der Schweiz. EV[67]) hat sich mit der Frage befaßt und Rundfragen an die Elektrizitätswerke gesandt. Es werden drei Formen der Preisberechnung in Betracht gezogen: a) Verrechnung je nach dem Werte des $\cos \varphi$, b) Preiszuschlag unter Beibehaltung des kWh-Preises bzw. Entschädigung, wenn $\cos \varphi$ unter einen bestimmten Wert sinkt, c) Preisermäßigung bei Erzielung eines hohen Leistungsfaktors. Über die in Amerika übliche tarifarische Erfassung des Leistungsfaktors berichtet W. Brown[68]). Für England macht L. C. Grant[69]) Vorschläge.

Heyland[70]) nimmt zu den im JB 1918, S 69, erwähnten Ausführungen von Nicolaisen Stellung und berichtet über einen Grundgebührentarif, der bei der Licht- und Kraft-G. m. b. H. in Borna gebräuchlich ist. Als Nachteil eines Grundgebührentarifes nach der installierten Lampenzahl bezeichnet er die Verleitung zu heimlichen Installationen. Auch Fleig[71]) nimmt zu den Ausführungen Stellung. Von Nicolaisen[72]) liegt ebenfalls noch eine Äußerung vor.

Wandel[73]) empfiehlt für kleine Anschlüsse von 2 bis 3 A Strombegrenzer, die bei Überschreitung der zulässigen Belastung entweder abwechselnd aus- und einschalten oder überhaupt bis zur Feststellung des Mehrverbrauchs ganz ausschalten.

Aus der Schweiz[74]) werden Richtlinien und Tarife für die Benutzung von Heizstrom bekanntgegeben. Für die Raumheizung werden wärmespeichernde Einzelöfen (Akkumulieröfen) vorgeschlagen.

Warrelmann[75]) hat auf der Jahresversammlung 1919 des VDE einen Grundgebührentarif entwickelt, in dem die Größe der bewirtschafteten Grundfläche unter dem Pflug für die Bemessung der Grundgebühr gewählt wird. Zu den Ausführungen nehmen Krohne[76]), Büggeln[77]), Koepchen[78]) und Petri[79]) Stellung. Büggeln weist auf die großen Erfolge hin, die mit dem Pauschaltarif für landwirtschaftliche Motoren in Süddeutschland erzielt worden sind. Ferner erinnert er daran, daß er schon 1916 einen Grundgebührentarif nach der Art der Warrelmannschen Ausführungen vorgeschlagen hat. Petri weist darauf hin, daß sich der Warrelmannsche Tarif in einer mecklenburgischen Überlandzentrale recht gut bewährt habe.

Koepchen[80]) macht den Vorschlag, außer der Teuerungsklausel für Brennstoffe auch noch eine solche für Steigerung der Löhne einzuführen. Die Frage der Teuerungszuschläge bei abgeschlossenen Stromlieferungsverträgen behandelt Hencke[81]). Er macht an Hand von Schaulinien Vorschläge für eine geeignete Bemessung der Teuerungsklauseln. — In den Vereinigten Staaten hat der Stromverbrauch für elektrisches Schweißen so zugenommen, daß C. J. Crippen[82]) dafür einen besonderen Tarif aufgestellt hat.

Der Einfluß des Krieges und der Sommerzeit. Siegel[83]) untersucht zahlenmäßig den Einfluß der Sommerzeit und der übrigen während des Krieges eingetretenen Verbrauchseinschränkungen auf die Wirtschaftlichkeit der Elektrizitätswerke und stellt fest, daß dadurch die Ergebnisse stark beeinträchtigt wurden. Dies ist in noch viel höherem Maße durch die Steigerung aller Betriebskosten der Fall, wie an Zahlenbeispielen nachgewiesen wird. Die Verordnung der Strompreiserhöhung ist deshalb gerechtfertigt. — Radt[84]) weist darauf hin, daß das Aufhören der Kriegsindustrie den Werken im allgemeinen keine Erleichterung des Betriebszustandes gebracht hat. Die während des Krieges stark beanspruchten Maschinen sind vielfach bis zur Grenze der Leistungsfähigkeit belastet, und der Brennstoffmangel ist schlimmer als je zuvor. Erschwerend kommen auch die Bestimmungen über die Einschränkung des Verbrauchs el. Arbeit[85]) in Betracht.

Elektrizität und Verwaltungen. Von besonderer Bedeutung für die gesamte Elektrizitätswirtschaft ist die reichsgesetzliche Verordnung über die schiedsgerichtliche Erhöhung von Preisen bei der Lieferung von elektrischer Arbeit, Gas und Leitungswasser[86]). Ziekursch und Kauffmann[87]) haben ausführliche Erläuterungen zu dem Gesetz herausgegeben, die wohl allgemein von den Schiedsgerichten als Richtlinien gewählt werden dürften. Spott[88]) macht praktische Vorschläge, in welcher Weise die Zuschläge am zweckmäßigsten verrechnet werden können.

Für die Verwaltung von Elektrizitätswerken hat eine Abhandlung von Baum[89]) über die Pauschquittungskarte eine gewisse Bedeutung. Baum verlangt eine Abschlagszahlung, Pauschbetrag genannt, im voraus. Die Differenz soll dann am Jahresende eingezogen werden. Musterformulare für die Verrechnung sind dem Bericht beigefügt. — Mit Rücksicht auf die Steigerung der Gehälter und Löhne empfiehlt Mohl[90]) Einrichtungen, die das Abrechnungsverfahren vereinfachen. Er schlägt die Verwendung von Registriermaschinen und den Übergang von den üblichen Stromrechnungen zu Stromquittungen vor. An anderer Stelle[91]) behandelt er die Verwendung von Rechenmaschinen beim Anfertigen von monatlichen Stromrechnungen. Auch Thiemann[92]) berichtet über Reformen in der Stromverrechnung und Einkassierung.

In Danzig[93]) ist ein besonderes Elektrizitätsamt und in Braunschweig[94]) eine Landeselektrizitätsstelle eingerichtet worden.

Die Philadelphia El. Co.[95]) hatte 1903 einen besonderen Beamten (Load Dispatcher) mit der Stromregulierung von 2 Kraftwerken beauftragt. Nachdem jetzt 10 Kraftwerke, 28 Unterwerke und 45 Privatunterwerke zusammen-

arbeiten, kann ein Mann die Arbeit nicht mehr allein bewältigen. Es werden außer dem Chief-Dispatcher 3 Dispatcher und 3 Assistenten beschäftigt.

Die Erweiterung des Absatzgebietes. Da die Propaganda für neue Anwendungsformen infolge des Brennstoffmangels ganz ruht, so kann auch eine Erweiterung des Absatzgebietes nicht in Frage kommen. Nur die el. Heizung in der Industrie[96]) mit Heizkesseln, wie sie schon im JB 1918, S 71, erwähnt wurde, hat im Berichtsjahre weitere Fortschritte gemacht.

[1]) W. Straus, ETZ S 200. — Helios Fachz. S 137, 145, 153. — [2]) E. Zander, ETZ S 437. — [3]) C. Reindl, Z. f. d. ges. Turbinenwesen S 293, 305, 323, 329. — [4]) El. World Bd 74, S 456. — [5]) EW, 7. Jg, S 130. — [6]) G. Klingenberg, Z. Ver. D. Ing. S 1081, 1113, 1145. — [7]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 218. — ETZ S 192. — [8]) M. Dolivo-Dobrowolsky, ETZ 1919, S 1, 84. — [9]) G. W. Meyer, ETZ S 307. — [10]) El. World Bd 74, S 743. — [11]) Thierbach, Techn. u. Wirtsch. S 71. — [12]) ETZ S 380. — [13]) ETZ S 528. — [14]) von der Burchard, ETZ S 428. — [15]) ETZ S 204. — [16]) A. Jung, ETZ S 167. — [17]) Kochendörfer, Mitt. Ver. EW S 151. — [18]) El. Masch.-Bau S 100. — [19]) Fenyves, ETZ S 286. — [20]) ETZ S 328. — [21]) E. Kohler, ETZ S 469. — [22]) W. Borgvist, Technisk Tidskrift S 93. — [23]) S. Halden, ETZ S 525. — [24]) F. Scoumanne, Rev. Gén. El. Bd 6, S 594, 638, 667. — [25]) D. B. Rushmore u. E. A. Lof, El. Kraftbetr. S 77. — [26]) R. H. Halpenny, El. World Bd 72, S 828. — El. Masch.-Bau S 98. — [27]) El. World Bd 72, S 1237. — [28]) El. World, Bd 72, S. 926. — ETZ S 389. — [29]) El. World Bd 73, S 845. — [30]) L. J. Moore, El. World Bd 73, S 840. — [31]) El. World Bd 74, S 857. — [32]) ETZ S 388. — [33]) Besemfelder, Die rationelle Ausnutzung der Kohle, Carl Heymann, Berlin. — [34]) El. Masch.-Bau S 274. — [35]) Brabbée, Z. Ver. D. Ing. S 133, 195. — [36]) R. Tröger, Z. Ver. D. Ing. S 717. — [37]) K. Wilkens, Mitt. Ver. EW S 136. — El. Kraftbetr. S 233. — [38]) ETZ S 690. — [39]) E. Philippi, El. Kraftbetr. S 108. — El. Masch.-Bau S 337. — [40]) A. Barjou, El. Masch.-Bau S 228. — [41]) W. A. Shoudy, El. World Bd 73, S 19. — ETZ S 618. — 42) M. Grospaud, Rev. Gén. El. Bd 5, S 58. — [43]) E. Josse, Mitt. Ver. EW S 90. — ETZ S 674. — [44]) G. Brecht, ETZ S 125. — [45]) s. [2]) — [46]) E. Adler, El. Masch.-Bau S 221, 256. — [47]) O. Spitzer, El. Masch.-Bau S 256, 425. — [48]) E. Rosenberg, El. Masch.-Bau S 353. — [49]) E. Adler, El. Masch.-Bau S 448. — [50]) El. Masch.-Bau S 51. — [51]) Engineer S 486. — [52]) El. World Bd 73, S 1214. — [53]) W. Brown, El. World Bd 72, S 1125. — ETZ S 317. — El. Masch.-Bau S 445. — [54]) Electr. (Ldn) Bd 82, S 654. — [55]) El. World Bd 73, S 834. — [56]) Rev. Gén. El. Bd 5, S 505. — [57]) K. Perlewitz, ETZ S 405. — [58]) Camen, ETZ S 502. — [59]) G. Kapp, ETZ S 502. — [60]) J. P. Kemp, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 678. — [61]) Fr. Buchholz, ETZ S 101, 115. — [62]) H. Schering, ETZ S 330. — [63]) R. Schmidt, ETZ S 330. — [64]) Fr. Buchholz, ETZ S 331. — [65]) Bußmann, Mitt. Ver. EW S 143, 159. — El. Kraftbetr. S 169, 181, 193, 201. — [66]) ETZ S 304. — [67]) El. Masch.-Bau S 371. — [68]) W. Brown, El. World Bd 72, S 1164. — El. Masch.-Bau S 133. — [69]) L. C. Grant, El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 346. — [70]) M. Heyland, ETZ S 55. — [71]) E. Fleig, ETZ S 194. — [72]) J. Nicolaisen, ETZ S 194. — [73]) Wandel, Helios Fachz. S 76. — [74]) Bull. Schweiz. EV S 2. — ETZ S 513. — [75]) G. Warrelmann, ETZ S 577. — [76]) Krohne, ETZ S 675. — [77]) Büggeln, ETZ S 676. — [78]) Koepchen, ETZ S 676. — [79]) Petri, ETZ S 677. — [80]) Koepchen, Mitt. Ver. EW S 18. — [81]) F. Hencke, Mitt. Ver. EW S 76. — [82]) C. J. Crippen, El. World Bd 73, S 1173. — [83]) G. Siegel, ETZ S 357. — [84]) M. Radt, ETZ S 511. — Mitt. Ver. EW S 224, 226. — [85]) Mitt. Ver. EW S 224. — [86]) ETZ S 82. — Mitt. Ver. EW S 17, 33, 61. — EW, 7. Jg, S 9, 186. — El. Kraftbetr. S 48, 93. — [87]) P. Ziekursch u. Dr. R. Kauffmann, Verordnung über die schiedsgerichtliche Erhöhung von Preisen bei der Lieferung von el. Arbeit, Gas und Leitungswasser, Julius Springer, Berlin. — [88]) W. Spott, EW, 7. Jg, S 123. — [89]) Baum, ETZ S 585. — [90]) A. Mohl, Mitt. Ver. EW S 67. — [91]) A. Mohl, Mitt. Ver. EW S 127. — [92]) Thiemann, Mitt. Ver. EW S 206. — [93]) ETZ S 94. — [94]) ETZ S 94. — [95]) El. World Bd 74, S 347. — [96]) ETZ S 690. — Mitt. Ver EW S 30.

Kraftquellen.

Von beratendem Ingenieur Eugen Eichel.

Windkraft. Die Windmotoren und Windmotoranlagen konnten sich einer weiteren grundlegenden Verbesserung nicht erfreuen. Nach wie vor ist die unstete Kraft des Windes nur in ganz kleinen Einheiten von wenig stetiger Arbeits-Leistung und -Dauer ausnutzbar[1]). Neben den rein technischen Gründen, die zur Ablehnung der weitergreifenden Verwendung von Windmotoren führen, spielt mit den Anschaffungskosten die Frage der Zweckmäßigkeit der Materialausnutzung neuerdings eine große Rolle. Wenn mit dem gleichen Eisengewicht eine hochwertige Lokomobile der vielfachen Leistung des Windmotors herzustellen ist, so muß auch meist von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet die Wahl eines Windmotors abgelehnt werden. Selbst im bekanntesten Windmühlenland, in Holland, beginnt der vom Überlandelektrizitätswerk gespeiste Elektromotor dem Windmotor starke Konkurrenz zu machen, besonders dort, wo dauernd größere Arbeitsleistungen erforderlich sind, z. B. zum Entwässern bzw. zum Trockenlegen ausgedehnter Landstrecken, das keine Unterbrechung erleiden darf. Ursprünglich verwendete man den Windmotor, abgesehen von dem direkten Antriebe von Mühlsteinen zum Mahlen von Mehl, überwiegend zum Fördern von Wasser in einen hoch gelegenen Behälter, von dem es nach Bedarf unter eigenem Druckgefälle entnommen werden konnte. Als die Erzeugung el. Energie an Interesse gewann und der direkte Antrieb el. Maschinen der wechselnden Umlaufszahl und Triebkraft zufolge Schwierigkeiten bot, schaltete man wohl auch einen kleinen Wassermotor zwischen Windkraft und el. Kraftquelle ein. Es scheint daher auch ein neuer Windmotor, der in Schweden entwickelt worden sein soll, keinen wesentlichen Fortschritt zu bedeuten, der statt Wasser in einen Hochbehälter zu pumpen ein Gewicht hebt, dessen beim Niedersinken freiwerdende kinetische Energie zum Antrieb einer Dynamomaschine verwendet wird, die ihrerseits eine Akkumulatorenbatterie auflädt (vgl. S. 120). — Als Kleinkraftmotor treibt die Luftschraube im Flugzeug und Luftschiff die Dynamomaschine, die es dem Führer ermöglicht, sich mittels drahtloser Telegraphie und Telephonie mit dem Festland zu verständigen, durch Auffangen bestimmter Richtsignale seine Ortslage zu bestimmen, anderseits durch el. Lichtsignale sich optisch zu verständigen und verkehrstechnisch zu sichern. Windmotordynamos liefern auch Heizstrom zur Bequemlichkeit, Lebens- und Ernährungsmöglichkeit des Führers und zur Sicherung des einwandfreien Betriebes des Verbrennungsmotors auch in größter Höchstlage des Flugzeuges. Neuerdings dient das Flugzeug auch unter Zuhilfenahme der Kamera dazu, wasserbautechnische Vermessungsarbeiten zu erleichtern, zu beschleunigen und dadurch in jeder Beziehung zu verbilligen. Die Wasserkraftentwicklung findet ja eine von Jahr zu Jahr steigende Anwendung.

Wasserkraft. Die mächtige Energiequelle, die Gezeiten, findet wiederum gesteigerte Beachtung an den Küsten Frankreichs — besonders in der Normandie —, Englands und Neu-Braunschweigs (Kanada). Gewissenhafte deutsche Berechnungen haben die bisherigen Pläne stets als unwirtschaftlich ablehnen müssen. In Ermanglung grundlegender neuer Errungenschaften scheinen auch die ausländischen Pläne keine Wirtschaftlichkeit zu versprechen.

Weit voraus ist uns allerdings das Ausland in dem Umfange der Ausnutzung des Gefälles der Flußläufe und künstlich erstellter Stauseen. Die deutschen Wasserkräfte finden, ihrer Bedeutung für die deutsche Volkswirtschaft entsprechend, weitgehendste Beachtung, wie der Ausbau solcher Großkraftwerke, z. B. des Murgwerkes (sieben je 5000 kW, 10000 V, und drei je 650 kW, 3000 V, Drehstromeinheiten), des Walchenseewerkes, des Innwerkes, der Alzwerke und der Werke zur Ausnutzung der Wasserkraft der „mittleren Isar", der Provinz Ostpreußen, der „Oberen Quellengebiete der Weser" usw. beweist. Weiteren Fortschritt machte während des Krieges auch der Ausbau der Wasser-

kräfte und das Studium eventuell ausbauwürdiger Wasserkraftwerke in Frankreich[3], England (besonders Schottland)[4], Skandinavien[5], der Schweiz[6], Italien[7] und in Deutschösterreich[8], wo die Nutzbarmachung der Wasserkräfte von einem besonderen Amte, dem „Wasserkraft- und Elektrizitäts-Wirtschaftsamt", gefördert wird, und zwar unter lebhaftester Interessenanteilnahme seitens des „Elektrisierungsamtes der österreichischen Staatsbahnen". Man hofft ja gerade den Kohlenbedarf der Vollbahnen durch die Elektrisierung auf den möglichst geringen Betrag herabzudrücken und den el. Strom ebenfalls durch weitgehendste Ausnutzung der Wasserkraft und möglichst geringe Inanspruchnahme von thermischen Kraftwerken erzeugen zu können. Ähnliche Verhältnisse liegen in bezug auf Vollbahnelektrisierung in Verbindung mit Wasserkraftausnutzungen vor in Skandinavien — mit der Reichsgrenzenbahn —, der Schweiz — wo die Gotthardbahnelektrisierung stark fortgeschritten ist —, in Frankreich — wo die Versuche auf der Südbahn jetzt zu weiteren Elektrisierungen sehr bedeutender Vollbahnstrecken führen —, und auch bei einer größeren Reihe amerikanischer Vollbahnen, z. B. der Chicago-Milwaukee und S. Paul-Bahn, über die Seefehlner[9] „als Anregung und Vorbild für den el. Betrieb auf den österreichischen Gebirgsbahnen" kritisch zusammenfassend berichtet. — Amerika und Kanada nehmen eine führende Rolle auf dem Gebiete der Wasserkraftausnutzung ein[10]. Den zum Teil schon ein erhebliches Alter besitzenden Wasserkraftanlagen, die um die Niagarafälle herum gelagert sind[11], wird sich in kurzem ein neues gewaltiges Kraftwerk in einiger Entfernung von den Niagarafällen anreihen. Die ersten Kraftwerke entnahmen bekanntlich einem kurzen, offenen Oberwassergraben kurz oberhalb der Fälle das Kraftwasser und waren am Unterlauf des Niagaraflusses gelegen; die neueren, größeren Anlagen entnahmen einem aus dem Felsufer des Oberlaufes herausgesprengten Stichkanal das Kraftwasser, das den auf der Sohle des ebenfalls aus dem Felsen herausgesprengten Turbinenschachtes aufgestellten Turbinen durch mächtige Rohrleitungen zugeführt wurde. Das Turbinenabwasser wurde mittels eines aus dem Fels herausgesprengten unterirdischen Kanals dem Unterlauf des Niagaraflusses wieder zugeführt. Eine Ausnahme machte das Kraftwerk der Ontario Power Co., die das Kraftwasser in riesigen unterirdisch verlegten Rohrleitungen bis oberhalb des Kraftwerkes führte, das seinerseits tief unten, gerade oberhalb der Höchstwassermarke des Unterlaufes des Niagaraflusses auf der hierzu herausgesprengten Felsbodenfläche errichtet wurde. Dieses Kraftwerk lieferte zuerst der bekannten Hydro Electric Power Commission der kanadischen Provinz Ontario den zur Speisung seines Hochspannungsfernleitungsnetzes erforderlichen Strom und ist jetzt in seinen Besitz übergegangen. Da seine Leistung jedoch dem gesteigerten Strombedarf nicht mehr gewachsen ist, schritt die Hydro Electric Power Co. zum Ausbau eines neuen Kraftwerkes[12]. Zum rund 20 km langen Oberwassergraben dieses Werkes wird auf rund 7 km Länge das entsprechend regulierte Flußbett des Wellandflusses herangezogen. Der weitere Oberwasserkanal läuft überwiegend in betoniertem Erdkanal oder in einem Felsbette, dem Unterlaufe des Niagaraflusses parallel, bis nach Queenston, wo am Unterlauf des Niagaraflusses das Kraftwerk erbaut wird, das zunächst vier Turbineneinheiten von je 32500 kVA, 12000 V, 187,5 U/min erhalten, also im ersten Ausbau 130000 kVA leisten, später aber in seiner Leistung auf etwa das Fünffache gesteigert werden soll.

Gewissenhafte Schätzungen geben als in Kanada verfügbar rund 14 Millionen kW ausnutzbare Wasserkraft an, denen wenig über 1,5 Millionen kW als bereits entwickelt gegenüberstehen. Die letztgenannte Zahl wird in naher Zukunft bedeutend erhöht werden, da auch Kanada mit Bezug auf Kohlen zum großen Teil auf Einfuhr angewiesen ist und allein durch die Ausnutzung der Wasserkräfte des Lorenzstromes el. Arbeit im Gegenwert von 60 Millionen t Kohle verfügbar machen könnte. In der ganzen Welt, selbst im kohlenreichen Amerika und in England wird der Ausbau der Wasserkräfte nach Möglichkeit gefördert.

Der Krieg hat auch in Amerika in den Staaten, die zwar nicht durch Kohle, aber durch reiche Erdöllager gesegnet sind, wesentlich dazu beigetragen, den Ausbau verfügbarer Wasserkräfte zu beschleunigen. Dies trifft ganz besonders zu für Kalifornien, das sich ja bereits vor dem Kriege großer Wasserkraftentwicklung erfreute, von denen sich ein weiter Kranz um den Hauptverbrauchspunkt San Francisco, ein weiterer, südlich gelegener um den Hauptverbrauchspunkt Los Angeles gruppierte[13]). — Straus erörtert die Bedeutung der deutschen Wasserkräfte in der Volkswirtschaft sowie in groben Zügen die Wettbewerbsmöglichkeit zwischen Dampf- und Wasserkraftanlagen[14]).

Brennstoffe. Die Rohölgewinnung Amerikas belief sich nach einem Bericht der Grubenaufsichtsbehörden im Jahre 1919 auf 376 Millionen Faß, während der Verbrauch 456 Millionen Faß erforderte, so daß noch 80 Millionen überwiegend aus Mexiko eingeführt werden mußten. Für 1920 wird der einzuführende Rohölbedarf auf 100 Millionen Faß geschätzt, da der Bedarf zum Verbrauch von Heizöl (für Kraftwerke und Lokomotiven), für Leucht- und Schmieröl, vor allem aber auch von Benzin für Kraftwagenzwecke dauernd steigt. Von allergrößter Bedeutung ist daher der Aufschluß und die Entwicklung der reichen Rohölvorräte von Mexiko, derjenigen in Persien und Mesopotamien, durch die die Engländer stark hoffen, die amerikanische Petroleumindustrie in kurzem bedeutend zu überflügeln. Die Rohölförderung und Verarbeitung in Galizien, Rumänien und dem ehemaligen Südrußland ist durch die politischen und Wirtschaftsverhältnisse derart gehemmt, daß selbst in diesen Ländern die Rohölfeuerung sehr kostspielig und ihr Ersatz nach Möglichkeit angestrebt wird. Wo Wasserkraftentwicklung nicht möglich, wird wieder auf primitive Brennstoffe, wie Holz, Torf und minderwertige Braunkohle[15]), zurückgegriffen. Ein Zwischending ist die Verwendung ölhaltiger Schiefer, die sich in ziemlich erheblichen Mengen in Schottland, Skandinavien, den ehemals russischen Randstaaten, in Amerika, aber auch in Deutschland vorfinden. Über die Wirtschaftlichkeit ihrer Verwendung sind die Meinungen noch stark geteilt. Sie hängt eng zusammen mit den Transportkosten des Rohstoffes und der Möglichkeit der praktischen Verwertung der ausgebrannten Ölschieferrückstände. — Eine künstliche Annäherung an den Ölschiefer (Naturstoff) stellt die Staubkohlenölemulsion dar. Bei ihr wird der minderwertige, feste, aber staubförmige Brennstoff mit Rohöl vermischt und ergibt einen sehr hochwertigen Brennstoff, der sich durch außerordentlich geringe Rückstände auszeichnet. Die Verwendung pulverförmiger Kohlen macht besonders in Amerika große Fortschritte, wo die Kohlenstaubfeuerung sich auch in großen Kraftwerken als sehr wirtschaftlich erwiesen haben soll[16]). Gewisse Schwierigkeiten macht noch die brand- und explosionssichere Ausführung der Anlage zur Kohlenstaubherstellung, die zweckentsprechende Formgebung der durch Dampf oder Luftgebläse betätigten Brenner und die richtige Formgebung des Kesselfeuerungsraumes. Die Verfeuerung von Rohpetroleum und von Naturgas, die in Amerika großen Umfang angenommen hatte, beginnt bereits unter der einsetzenden Erschöpfung und hohen Brennstoffpreisen zu leiden. In großem Maßstabe sollte Naturgasfeuerung in Siebenbürgen aufgenommen werden. Diese Pläne hat der Krieg mit seinen politischen Umwälzungen ganz bedeutend gestört. — Der Vergasung minderwertiger Brennstoffe wird in steigendem Maße Interesse zugewandt. Die maßgebenden wissenschaftlichen Institute konkurrieren mit ihren auf theoretisch-wissenschaftlicher Grundlage aufgebauten Versuchsstätten mit denjenigen der an der Entwicklung interessierten Großindustrie. Hier bietet sich wieder ein gewaltiges Arbeitsfeld für ersprießliches Zusammenwirken des Betriebsingenieurs und Chemikers, des Maschineningenieurs und Hüttenfachmannes, da die Vergasung der Brennstoffe, ihre Zerlegung in wertvolle Einzelerzeugnisse und die praktische Verwertung der gewonnenen Gase und ihrer Nebenprodukte das Gebiet eines einzigen Industriezweiges bei weitem überschreitet. Torf-, Braun- und Steinkohlenbergwerke mit zunehmender Angliederung von Verkokungs- und Elektrizitätserzeugungsanlagen für nicht marktfähige

Brennstoffe rechnen zu den leistungsfähigsten Mittelpunkten der Großerzeugung von Elektrizität.

In erschöpfender Weise sind die Torfkraftwerke und ihre Nebenproduktenanlagen behandelt in einer ausführlichen Arbeit von Philippi[18]. Die Gewinnung und Verarbeitung des Torfes, seine Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten werden ebenso eingehend erörtert wie die Torfkraftwerke selbst, welche entweder als Dampfturbinenwerk ohne oder mit Nebenproduktgewinnung mit torfbeheizten Kesseln, Dampfturbinenanlage mit Nebenproduktanlage und gasbeheizten Kesseln und schließlich als Gasmaschinenanlage mit Nebenproduktgewinnung für Leistungen von 5000 bzw. 36000 bzw. 100000 kW besprochen werden. Zunächst wird nur der Verwendung von Torf aus Hochmoor eine Wirtschaftlichkeit zugesprochen, da Niederungsmoortorf, infolge der bedeutend höheren Gewinnungskosten selten wirtschaftlich im großen ausgenutzt werden können.

Über die wichtige Frage der rationellen Ausnutzung der Kohlen hat sich die Regierung von vier Sachverständigen besonderer Interessentenkreise Gutachten (Heymanns Verlag, Berlin 1918) ausarbeiten lassen[19]. Prof. Caro als praktisch chemischer Technologe und Mitschöpfer der Reichsstickstoffwerke, Prof. Klingenberg, maßgebend im Bau und Entwurf el. Kraftwerke, Russig als praktischer Chemiker und schließlich Lempelius als Gasfachmann beleuchten die Frage eingehend von ihrem besonderen Gesichtspunkt aus, und zwar sowohl technisch, wie wirtschaftlich und führen die grundlegenden Fragen auf den praktischen Boden der zurzeit als aussichtsreich geltenden Möglichkeiten. Diesem rein praktisch opportunistischen Standpunkt gegenüber verficht Besemfelder seine weitgehenderen Ansichten, denen zufolge der Staat die gesamte Gaserzeugung übernehmen und als Monopol betreiben sollte, und zwar unter ausschließlicher Vergasung der Kohle und sofortiger Vergasung des Koks zur Herstellung eines Mischgases, das durch weit verzweigte Rohrnetze für alle industriellen Heizzwecke für Licht- und Krafterzeugung und als Hausbrand herangezogen werden sollte. Große Kraftanlagen sind nach Bedarf entsprechend auszubauen, ein direktes Verfeuern der Kohle soll nicht mehr zugelassen werden. — Bemerkenswerte Vorschläge zur Gewinnung von Nebenprodukten der Kohlendestillation in Dampfkraftwerken macht Wilkens[20], der ehemalige Direktor der Berliner Elektrizitätswerke und der Elektrowerke A.-G.

Kreissig[21] berichtet über die bereits entwickelten Gasgeneratoren mit Gewinnung von Nebenprodukten, besonders auch über die Braunkohlenvergasung, während von Thau[22] besonders über die neueren amerikanischen und englischen Verfahren der Tieftemperaturverkokung Aufschluß gibt.

Der Fortschritt der Brennstoffwandlung wirkt zurück auf die Weiterentwicklung der Kraftwerksmaschinen im Rahmen der Gesamtkraftwerksanlage. Die kommenden Jahre dürften (trotz des Widerstandes der Besitzer von solchen Kraftwerken, die noch vor wenigen Jahren als ziemlich große angesehen wurden, heutzutage aber bereits als verhältnismäßig kleine Kraftwerke angesprochen werden müssen) eine steigende Entwicklung von Riesenkraftwerken sehen, die es ermöglichen, die gebrauchten Brennstoffe mit der besten Wirtschaftlichkeit zu gewinnen, in Träger der vorteilhaftesten Wärmequellen zu überführen zur Erzeugung billiger el. Arbeit und chemischer Erzeugnisse als Nebenprodukte. Gefördert wird die Angliederung derartiger Kraftwerke an Brennstofflager durch den wachsenden Zug zur Sozialisierung der Brennstoffe und der Erzeugung el. Energie. Unter Sozialisierung muß dabei zunächst noch keineswegs an den rein politischen Begriff angeknüpft werden, es genügt vielmehr die Einwirkung des Staates auf bestehende oder zu gründende Unternehmungen dahingehend, unnötige Beanspruchung der Transportmittel und mangelhafte Ausnutzung von Brennstoffen und Transportmitteln zu verhindern und die wohlfeile Lieferung el. Stromes an Größtabnehmer zur Verteilung an Kleinabnehmer zu billigem Preise, Lieferung wohlfeiler Düngemittel an die Landwirtschaft und anderer grundlegender Rohstoffe an die chemische Industrie

durchzusetzen. Zunächst muß also der Staat nicht Eigentümer sein, es genügt, wie die Praxis verschiedener Länder beweist, zurzeit eine ausreichende Beteiligung an vorhandenen Industrien, um allen Anforderungen der Gesamtbevölkerung gerecht zu werden. Naturkräfte sollen sozial bewirtschaftet werden, sie müssen sozial bewirtschaftet werden, da sie das Rückgrat der Volkswohlfahrt bilden, sie dürfen aber auch nicht brachliegen, und da erscheint die praktische Zusammenarbeit einer weitblickenden Staatsleitung mit den Leitungen erfahrener Industrieunternehmungen als die für die Allgemeinheit beste Lösung.

[1]) El. Anz. S 239, 253, 257. — Electr. (Ldn.) Bd 83, S 304. — [2]) El. Kraftbetr. S 57, 65. — [3]) Rev. Gen. El. Bd 5, S 219. — El. World Bd 74, S 182. — Z. Turbinenwesen S 148, 219, 338, 350. — [4]) El. Rev. (Ldn.) Bd 83, S 151, 189, 264. — El. Kraftbetr. S 151. — Z. Turbinenwesen S 244, 336. — [5]) El. Kraftbetr. S 262. — Z. Turbinenwesen S 7, 62. — [6]) Z. Turbinenwesen S 183, 219, 254. — [7]) Z. Turbinenwesen S 110. — [8]) El. Masch.-Bau S 5, 10, 41, 100. — [9]) Seefehlner, El. Kraftbetr. S 34. — [10]) El. Masch.-Bau S 122. — Z. Turbinenwesen S 195. — [11]) Z. Turbinenwesen S 40, 169. — [12]) El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 182, 361. — [13]) Z. Turbinenwesen S 290. — [14]) Straus, ETZ S 200. — Helios S 57, 65. — [15]) ETZ S 422. — Rev. Gen. El. Bd 5, S 491. — [16]) El. World Bd 72, S 744; Bd 73, S 474. — Electr. (Ldn.) Bd 82, S 730, 740, 761. — Z. Turbinenwesen S 325. — [17]) El. Kraftbetr. S 108. — El. World Bd 63, S 1035. — Helios S 77. — [18]) Philippi, ETZ S 422. — [19]) ETZ S 388. — [20]) El. Kraftbetr. S 233. — [21]) Kreißig, ETZ S 390. — [22]) Glückauf S 525, 551, 574.

Einrichtungen des Kraftwerkes.

Von beratendem Ingenieur Eugen Eichel.

Der gewissenhafte Chronist kann über grundlegende Neuerungen im Ausbau, Betrieb und Unterhaltung von Kraftwerken nichts wesentlich Neues berichten. Die während des Krieges herabgewirtschafteten Einrichtungen konnten auch nach dem Kriege nur unwesentliche Verbesserungen erhalten. Die Transportmittel wurden vielleicht noch mehr als während des Krieges in Anspruch genommen, da die Brennstoffzufuhr und die Aschenabfuhr mit noch schwierigeren Betriebsverhältnissen zu kämpfen hatte. Abgesehen davon, daß es selten gelang, die für die vorhandenen Kesseleinrichtungen geeignetsten Kohlen zu erhalten, enthielt der gelieferte Brennstoff so viel Berge, daß ein großer Prozentsatz, stellenweise zwischen 30 bis 40% des verfeuerten Materiales, nicht nur nutzlos auf die Kesselroste gebracht, sondern auch nach dem Durchlaufen der Feuerung unter erheblichem Kostenaufwande als Schlacke wieder abgefördert werden mußte. Wesentlich ist daher der Einkauf der Kohle nach ihrem kalorischen Wert[1]). Die Wiederinstandsetzungs-, Neuanstrich- und Ausbesserungsarbeiten der Kraftwerke litten zwar nicht mehr so stark unter den während des Krieges vorherrschenden Schwierigkeiten der Material- und Arbeiterbeschaffung, sie ließen sich aber nur zu so hohem Preis und mit Bezug auf Arbeitsstundenaufwand so schlecht im wirtschaftlichen Wirkungsgrad durchführen, daß sie nur in außerordentlich dringenden Fällen vorgenommen werden konnten. Vielfach, besonders in Kommunalbetrieben, konnten derartige Arbeiten allerdings zur Minderung der sonst nutzlos aufzuwendenden, unfruchtbaren Arbeitslosenunterstützung, als nutzbringende Notstandsarbeiten ausgeführt werden. Die ganze Technik und Wirtschaft stellte sich ja seit Ende des Jahres 1918 in den Dienst des Wiederaufbaues, der allerdings durch die politische Unsicherheit immer noch etwas provisorisches, kompromismäßig Unsicheres an sich haben mußte. Von den Hebe- und Transportzeugen ausgehend erstreckte sich die gleichsam wissenschaftliche Durchdringung des Kraftwerkbetriebes auf die Untersuchung der zweckmäßigsten Kessel- und Kesselzubehöreinrichtungen, die Erziehung von Kesselwärtern und Kesselhausingenieuren durch Schul- und Fortbildungskurse[2]). Den sozialen

Anforderungen entsprechend wurde nach Möglichkeit versucht, die schwere körperliche Arbeit durch die Maschine zu ersetzen, wobei allerdings, wie bereits eingangs erwähnt, ein gewisser Konflikt zu überbrücken war, der darin bestand, daß die aus dem Feld zurückgekommenen Angestellten neben den nur langsam wieder aus dem Dienst zu entlassenden Kriegsbehelfskräften beschäftigt werden mußten. Die allgemeine Entkräftung und der hohe Grad der Entwöhnung von der Industriebeschäftigung, die allgemeine Einführung des Achtstundentages usw. drückten allerdings die täglichen Arbeitsleistungen der Arbeiter und Angestellten so weit herunter, daß im Verhältnis zur Friedenszeit, trotz bester maschineller Einrichtungen, immerhin noch eine große Anzahl von Angestellten für die Kraftwerksbetriebe erforderlich blieb. Es ergibt sich aus den Veröffentlichungen der ausländischen Fachpresse, daß obige Symptome in mehr oder weniger großem Maßstabe nicht nur auf die deutschen Verhältnisse zutreffen, sondern internationale Bedeutung besaßen. Während die Wissenschaft bestrebt war, alle Fragen der Brennstoffausnutzung zu erforschen und der Praxis entsprechende Grundlagen für wirtschaftliches Arbeiten zu verschaffen, mußte die Praxis den groben Anforderungen der Wirklichkeit Rechnung tragen und sich unter Ausnutzung der vorhandenen Einrichtungen und menschlichen Kraft den vorliegenden politischen und Wirtschaftsverhältnissen anpassen. Alle Vorschläge auf Konzentration der Krafterzeugung in wenigen Großkraftwerken mit bestem technischem und gemeinwohlwirtschaftlichem Wirkungsgrade unter Verwendung einer geringen Anzahl hochwertiger körperlicher und geistiger Arbeiter konnten zu keiner Verwirklichung gelangen. Ausnutzbar blieben nur die bestehenden Einrichtungen, von denen allerdings eine Anzahl von Riesenkraftwerken unter dem Druck der Kriegsverhältnisse für elektrochemische und elektrometallurgische Zwecke in Anlehnung an Lager minderwertiger Brennstoffe bereits während des Krieges entstanden waren. Über die Einrichtung solcher Werke, wie Golpa-Jeßnitz mit 120000 kW Leistung in Dampfturbinen, des Goldenbergwerks des R. W. E. mit Dampfturbineneinheiten von 50000 kVA, Lauta mit 60000 kW in Dampfturbinen, Leuna bei Magdeburg der Badischen Anilin- und Sodafabrik, Elektron bei Bitterfeld, des Murgwasserkraftwerkes Badens, der im Ausbau befindlichen Wasserkraftwerke Bayerns (Walchensee-, Inn-, Alz- und mittlere Isarwerke) dürfte die Literatur des Jahres 1920 weitgehenderen Aufschluß bringen, da dann bestehende berechtigte Gründe für bisheriges Stillschweigen entfallen.

Kurze zusammenfassende Berichte über die deutschen Elektrizitätswerke und ihre wirtschaftliche Lage im Kriege erstatteten Fr. Schmidt und Siegel[3]).

Wie bereits früher über die südafrikanischen Großkraftwerksanlagen, so berichtete Klingenberg in mustergültiger Weise auch über das Großkraftwerk Zschornewitz bei Golpa, das trotz der Kriegsschwierigkeiten in den Jahren 1915/17 in unmittelbarer Nachbarschaft der dort anstehenden minderwertigen Braunkohlenfelder gebaut wurde. Während dies in der Luftlinie rund 120 km von Berlin zwischen Bitterfeld und Wittenberg gelegene Werk während des Krieges überwiegend elektrochemische und elektrometallurgische Betriebe versorgte (500 Millionen kWh mit 60000 kW Spitzenleistung jährlich) hat das Werk während der Übergangsjahre vom Krieg zum Frieden und der starken Kohlenknappheit ganz besondere Bedeutung gewonnen für die Versorgung Berlins mit el. Strom, der sonst mit hochwertigen Kohlen in den Berliner EW erzeugt werden müßte. Das Maschinenhaus enthält 8 Turbogeneratoreneinheiten von der AEG, je 22000 kVA, 1500 U/min, 6600 V, 50 Per. und speist über entsprechende Transformatorenunterwerke die 25 km entfernten Reichsstickstoffwerke in Piesteritz bei Wittenberg über eine mit 82,5 kV betriebene Fernleitung, ferner über eine rund 128 km lange, mit 110 kV betriebene Fernleitung ein dem Kraftwerk Rummelsburg der Berliner EW angegliedertes Unterwerk, von dem aus die Berliner Stromversorgung erfolgt.

Wie im Dampfturbinenbau die Konzentration in Überkraftwerken zur Züchtung von Größtkraftmaschineneinheiten geführt hat (Goldenbergwerk mit

50000 kVA), so ist man auch in der Wasserturbinentechnik bemüht, mit den Leistungen einzelner Krafteinheiten ständig heraufzugehen und die Umlaufzahlen der Wasserturbinen zu erhöhen.

Die theoretischen Grundlagen schnellaufender Turbinen behandelt Lawaczeck[5]. Kaplan[6]) vergleicht seine Schnelläufer mit Francisturbinen. Unger[7]) berichtet über den Fortschritt von Francisturbinen großer Leistungen in Großkraftwerken Amerikas, Norwegens und Japans und gibt ein gutes Bild über die Leistungsfähigkeit der deutschen Industrie, die sich mit der Herstellung derartiger Großkraftwasserturbinen befaßt und der Herstellung der zugehörigen Regler- und Druckrohrleitungsanlagen, die nur ermöglicht wird durch gute Durchbildung aller konstruktiven Einzelheiten und wissenschaftliche Durchdringung der grundlegenden Baupläne, deren Nachprüfung in geeigneten Prüfstellen erfolgt, wie z. B. in der von Briegleb, Hansen & Co., Gotha[8]).

Neben dem Ausbau der Großwasserkräfte hat bei der jetzigen Schwierigkeit der wohlfeilen Ausführung solcher Riesenwerke und der durch die sozialpolitischen Verhältnisse stark in die Länge gezogenen Bauzeiten, die beschleunigte, wenn auch nur zeitweilige Ausnutzung von Kleinwasserkräften an Bedeutung gewonnen[9]). Derartige Anlagen können im Anschluß an Überlandwerke auch für halb oder ganz selbsttätigen Betrieb eingerichtet werden, vorzugsweise unter Verwendung von Asynchron-Drehstromgeneratoren[10]). Der Ende 1918 mit dem Sitze in Berlin (Geschäftsstelle: Technische Hochschule) ins Leben gerufene „Deutsche Wasserkraftverband E. V." erstrebt vor allem die Förderung des Ausbaus und die rationelle Ausnutzung bereits ausgebauter Wasserkräfte[11]).

Die Zukunft der Krafterzeugung und -versorgung liegt aber auf jeden Fall in einer gewissen Konzentration, voraussichtlich unter weitgehender Angliederung an Brennstofflager, wobei die Elektrizitätserzeugung nur einen Teil eines großen Betriebes der wirtschaftlichen Ausnutzung des Brennstoffes bedeutet. Der Brennstoff selbst dürfte mehr und mehr nicht nur thermisch sondern auch chemisch auf das vorteilhafteste ausgenutzt werden müssen. Dies bedeutet Anlehnung chemischer Industrien zur Gewinnung der, wie man bisher sagte, Wiedergewinnung von Nebenprodukten, die aber je nach der Weltkonjunktur unter Umständen für die Volkswirtschaft von ebenso großer Bedeutung sein können, wie der im el. Kraftwerk erzeugte Strom. Hand in Hand damit geht die Bedeutung der Ausführung geeigneter Vergasungsanlagen. Bisher ist noch die Einzelleistung der bisher ausführbaren Vergaser für Größtkraftwerke zu klein, wie ebenso die Größtleistung der bisher ausgeführten Großgasmotoren im Verhältnis zur Größtleistung der Dampfturbine klein ist. Hier hat allerdings die Ausführung von Thyssen mit Spülung und Nachladung arbeitender Viertaktgasmaschinen die Möglichkeit geschaffen, doppelt wirkende Viertakt-Tandemgasmaschinen mit etwa 4500 kW herzustellen, die als ZwillingstTandemgasmaschinen effektiv 7000 kW leisten.

Einen tiefen Einblick in alle einschlägigen technischen und wirtschaftlichen Fragen eines Koksgaskraftwerkes (einschließlich Vergleich zwischen Dampfturbine und Gasmotorenbetrieb) zur Versorgung eines umfangreichen Kohlenzechenfeldes gestattet die ganz vorzügliche Beschreibung des mit Großgasmotoren, einem von 3200 kW und 6 von 1600 kW, ausgebauten Werkes auf der Schachtanlage Bergmannsglück der staatlichen Berginspektion 3 in Buer i. W. durch M. Schulz-Briesen und M. Hirsch[12]). — Das von Reiser[13]) ausführlich beschriebene Gaskraftwerk der Zeche Consolidation, Gelsenkirchen mit 2 Großgasmotoren zu 625 kVA und einem von 780 kVA, dessen Spitzenleistungen und Lastenausgleich von einer Dampfturbine von 1250 kVA geliefert werden, ist von hohem Interesse. Infolge Rückgangs der ursprünglich verfügbaren Überschußkoksgasmengen des Zechenbetriebes, werden dort die Gasmaschinen neuerdings von einer Gaserzeugeranlage betrieben, die mit bestem wirtschaftlichen Erfolg minderwertigen Brennstoffabfall, in der Hauptsache Koksgrus, vergast. Wenn der Erfolg des Gaskraftwerkes auch nur möglich ist durch die

Zusammenarbeit mit dem stark überlastbaren, elastischen Dampfturbinensatz, so spricht doch das wirtschaftliche Ergebnis für zweckentsprechende Verwendung der Gaskraftmaschinen.

Zahlen aus der Industrie, z. B. der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, der hervorragenden Vertreterin des deutschen Gasmotorenbaues, zeigen Gesamtlieferungen bzw. Aufträge bis Ende 1919 auf über 700000 kW Dampfturbinen gegenüber etwa 600000 kW in Gasmaschinen. Allerdings kommen hierzu noch rund 63000 kW Dieselmotoren, die nicht nur für Land- sondern auch die Bordbetriebelektrowerke (Dieselmotorschiffe, U-Boote u. dgl.) Verwendung finden. Die große Zukunft liegt in der von Wittfeld geförderten, praktischen Ausbildung der Großgasturbinen, an deren Entwicklung in Deutschland besonders Holzwarth in Verbindung mit Thyssen arbeitet.

Von besonderer Bedeutung ist die Ausbildung der Gasturbinen für die Reichseisenbahnverwaltung, da sie es ermöglicht, die allmähliche Vollbahnelektrisierung dadurch zu erleichtern, daß nach und nach zur Errichtung von Großkraftwerken an staatlichen Kohlengruben geschritten werden kann, deren Ausbeute durch Vergasung unter Wiedergewinnung der wertvollen Nebenerzeugnisse, wie Düngesalz, Schmier-, Leucht- und Treiböl, Benzin, Paraffin, Teerpech, Schwefel usw. erfolgen würde. Das Kraftgas würde unmittelbar zum Antrieb der Gasturbinen Verwendung finden, die Nebenerzeugnisse mehr oder weniger im eigenen Bahnbetrieb, besonders auch die wertvollen Öle. Von letzteren könnte das in größeren Mengen abfallende Treiböl dazu verwendet werden, diejenigen Dampflokomotiven statt mit Kohlenfeuerung mit Treibölfeuerung einzurichten, welche neben den el. Lokomotiven noch längere Zeit in Betrieb bleiben müßten, daneben statt der Dampflokomotiven Dieselmotorlokomotiven zu betreiben[14]).

Je größer das Kraftwerk, von um so größerer Bedeutung wird die Abwärmewirtschaft, und zwar nicht nur die des Brennstoffes, sondern auch der Kraftwerksmaschine. Ob sich auch während des Friedens eine Ausnutzung der Kühlluft der Dynamomaschine, z. B. zur Trocknung von Lebensmitteln, also Angliederung einer entsprechenden Anlage an das EW als wirtschaftlich vorteilhaft und wünschenswert gestalten wird, muß die Zukunft lehren. Bei der heutigen Teuerung aller Baustoffe und der Transportkosten müssen alle derartigen Pläne von den verschiedensten Gesichtspunkten aus auf Zweckmäßigkeit beurteilt werden. Die Teuerung der Baustoffe zwingt auch mehr wie früher zur aufmerksamen Gestaltung der Kraftwerksbaulichkeiten und mit der Steigerung der Größenverhältnisse der einzelnen Krafteinheiten und der Spannung, mit der die Energie übertragen wird, dazu, der Frage größte Aufmerksamkeit zu widmen, ob und wie weit es gerechtfertigt ist, alle bisherigen Kraft- und Unterwerksmaschinen, Transformatoren und Schaltanlagen in geschlossenem Gebäude unterzubringen bzw. ganz oder teilweise im Freien. In Amerika hat man ja bereits seit vielen Jahren Transformatorunterwerke und Hauptschalter ohne Gebäudeschutz aufgestellt. Nur die empfindlichen Instrumente und Steuerungsteile wurden eingehaust[15]). Die große Verbreitung, die derartige Unterwerke von kleiner, mittlerer und auch recht großer Leistung in Amerika gefunden haben, beweist, daß sie gute Betriebsergebnisse zeitigten. Derartige Unterwerke wurden von den Amerikanern auch in auswärtigen Staaten, z. B. in Mexiko ausgeführt, ohne daß sich technische oder betriebstechnische Schwierigkeiten, wie durch böswillige oder mutwillige Beschädigung, Metalldiebstahl u. dgl. herausstellten. Neben den Unterwerken im Freien haben die Amerikaner sich auch bemüht, halbselbsttätige oder ganz selbsttätige Unterwerkseinrichtungen zu schaffen, und scheinen, wie die Verbreitung dieser Werke beweist, auch hierin den Anforderungen der Praxis Entsprechendes geleistet zu haben. Allerdings handelt es sich in überwiegenden Maße um Unterwerke mit Einankerumformern für langgestreckte Bahnbetriebe mit mäßiger Verkehrsdichte. Entgegen den amerikanischen Bestrebungen der Ersparnis von Arbeitskräften dürfte zunächst in Deutschland der Bedarf für derartige Einrichtungen nicht

sehr hoch sein, da ja gerade der Krieg eine große Anzahl von Invaliden geschaffen hat, die sich als Unterwerkswächter — vielleicht im Anschluß an eine landwirtschaftliche Kleinwirtschaft oder Siedlung — sehr gut eignen.

Es kann wohl gesagt werden, daß sich die deutsche Technik im Berichtsjahre den technisch-wirtschaftlichen Anforderungen mit gutem Erfolge anpaßte, d. h. besorgt blieb, die verfügbaren meist ungeeigneten minderwertigen Brennstoffe mit den vorhandenen herabgewirtschafteten Einrichtungen und dem unterernährten, übermüdeten zum Teil auch der Industriearbeit entwöhnten Leuten mit dem bestmöglichen Wirkungsgrade auszunutzen, und zwar unter Wahrung der sozialen Anforderungen, die der Kriegsschluß mit sich brachte. Trotz aller politischer und wirtschaftlicher Leiden arbeitet Industrie und Technik wissenschaftlich und praktisch weiter an der besten Lösung der volkswirtschaftlichen Frage der wohlfeilen Energiegewinnung und Verteilung dieser wichtigsten Grundlage, die es uns ermöglichen würde, auch auf dem Exportmarkte leistungsfähig zu bleiben und steigend leistungsfähiger zu werden. Rationelle Brennstoffgewinnung und Ausnutzung, wohlfeile Energie für Stadt und Land, vorteilhafte Verkehrseinrichtungen sind zur Gesundung unserer Volkswirtschaft unbedingt erforderlich und letzten Endes abhängig von dem besten Kraftwerk und seinem vollkommensten Betriebe.

[1]) Mitt. Ver. E. W. S 273. — [2]) M. Ott, Zeitgem. Kesselanlagen für elektr. Kraftwerke „Hanomag", Hannover-Linden. — [3]) ETZ S 185, 357. — [4]) Z. Ver. d. Ing. S 1081, 1113, 1145. — [5]) Lawaczek, Z. Turbinenwesen S 25. — [6]) Kaplan, Z. Turbinenwesen S 346. — [7]) Unger, Z. Ver. d. Ing. S 909, 941. — [8]) Z. Turbinenwesen S 141, 154, 165. — [9]) ETZ S 437, 502, 515, 573. — [10]) ETZ S 31. — El. Rev. (Ldn.) Bd 82, S 598. — Z. Turbinenwesen S 216. — [11]) Z. Turbinenwesen S 125. — [12]) M. Schulz u. M. Hirsch, Glückauf S 1, 21, 37, 53, 112. — [13]) Reiser, Glückauf S 653, 673. — [14]) Z. Ver. d. Ing. S 1127. — Zentralblatt Bauverw. S 513. — [15]) El. Masch.-Bau S 191. — El. World Bd 72, S 347, 537, 642; 928; Bd 73, S 640.

Ausgeführte Anlagen und Statistik der Elektrizitätsversorgung.

Von Oberingenieur Joh. Sessinghaus.

Europa.

Deutschland. Wichtige Veröffentlichungen über neue Anlagen für die Elektrizitätsversorgung liegen im vergangenen Jahre in Deutschland nicht vor. Klingenberg[1]) beschreibt besonders ausführlich das bereits früher erwähnte Großkraftwerk Zschornewitz. — Über das Gaskraftwerk Bergmannsglück in Buer i. W. berichten M. Schulz-Briesen und M. Hirsch[2]).

Österreich-Ungarn. G. W. Kupka[3]) bringt eine Zusammenstellung der Entwürfe von Bahnen und Kraftwerken in Österreich während der Kriegsjahre, welche inzwischen ausgeführt bzw. in Bau begriffen sind. H. Tenzer[4]) beschreibt das Kraftwerk bei Almissa in Dalmatien (75000 kW), welches sich durch Großzügigkeit der Gesamtanlage auszeichnet.

Schweiz. Das Kraftwerk Barberine zur Speisung der Strecken Brig-Lausanne-Genf nutzt das 714 m hohe Gefälle der Barberine aus. Die Maschinenanlage erhält beim ersten Ausbau vier Freistrahlturbinen von je 7500 kW mit je einem Einphasengenerator von 8000 kVA. Die Maschinenspannung von 15000 V wird auf 60000 V erhöht[5]). — H. Eggenberger und A. Dänzer[6]) berichten ausführlich über die Wasserbauten, Maschinen- und Schaltanlage des Elektrizitätswerkes Massaboden bei Brig der Schweiz. Bundesbahnen.

Norwegen. Ein Wasserkraftwerk mit 400 m Gefälle wird in Norwegen errichtet. Die Zentrale erhält zunächst eine Leistung von 20000 kW, die später auf 60000 kW ausgebaut werden kann[7]). — Das Stavanger EW hat den Högsfjord mit einer 50000 V-Leitung bei 1384 m Mastabstand überschritten. Die beiderseitigen Ufer der Kreuzungsstelle sind hoch und felsig. Mit einer Mast-

höhe von nur 7 m für jede Leitung konnte man daher eine geringste freie Durchfahrtshöhe von 40 m über Hochwasser erreichen. Der seitliche Mastabstand ist 15 m. Die drei Leitungen sind 19drähtige Seilbahntragkabel von 16 mm Durchmesser aus Tiegelstahl mit 150 kg/mm² Bruchfestigkeit. Die Größe des Durchhanges ist 80 m, bei stärkstem Sturme pendeln die Seile seitlich etwa 40 m. Der Zug in den Kabeln beträgt bei Windstille etwa 4000 kg, bei Sturm bis zu 7000 kg[8]).

Schweden. Nach einer Mitteilung von W. Borgquist[9]) werden die Richtlinien für die Elektrizitätsgroßwirtschaft Schwedens gegeben. — Das Wasserkraft-Elektrizitätswerk „Untra" bei Stockholm nutzt die Wassermengen des Dal-Elf aus, welche zwischen mindestens 313 m³/s bis 2480 m³/s schwanken. Das Gefälle beträgt 15 m, und die eingebauten Turbinen können als Höchstleistung 45000 kW abgeben. Während der Flutperiode wird das überschüssige Wasser durch 4 Schleusen in den Rämsönsee geführt. Die jetzige Jahresleistung beträgt 200 Mill. kWh[10]).

Spanien. G. F. Paul[11]) berichtet über ein vorliegendes Regierungsprojekt zur einheitlichen Stromversorgung Spaniens unter Zusammenfassung vorhandener Werke, Ausnutzung größerer Wasserkräfte und Heranziehung der Kohlenlager. Für die Ausnutzung der Wasserkräfte kommen 1,5 Mill. kW in Frage.

Frankreich. Das Wasserkraft-EW an der Ance, welches die Industriegegend von St. Etienne mit Strom versorgt, wurde während des Krieges erbaut und im Jahre 1916 in Betrieb genommen. Die interessanten Wasserbauten und elektrischen Anlagen werden näher beschrieben[12]). — R. Blanchard[13]) berichtet über die Wasserkraftwerke in den französischen Alpen.

England. Ein schwimmendes EW von rd. 1000 kW ist für die Bedürfnisse der Häfen und Wasserstraßen eingerichtet worden. Es handelt sich um eine Aushilfsanlage, welche Gleichstrom und Wechselstrom mit mehreren verschiedenen Spannungen an überlastete Stellen liefern kann, die auf dem Wasserwege erreichbar sind[14]). — Die Kessel-, Maschinen- und Schaltanlagen des Kraftwerkes Neepdend werden in El. Rev. beschrieben.[15]) — In dem neuen Kraftwerk Rotherham werden 30000-kW-Turbosätze aufgestellt, und die Verwendung großer Einheiten wird begründet[16]).

Amerika.

Nordamerika. Hinsichtlich der Großzügigkeit der geplanten und ausgeführten Anlagen steht Anerika wieder obenan. Mit Rücksicht auf die unvollständigen Angaben während der letzten Jahre werden auch ausgeführte Anlagen besprochen, welche während der Kriegszeit erstellt worden sind. Die Turners Falls Power and El. Co. errichtete zur Unterstützung ihres 45000-kW-Wasserkraftwerkes in Montagne City (Neu-England) ein Dampfkraftwerk mit 2 Turbogeneratoren von je 15000 kW. Die Transformatoren und alle Hochspannungsapparate für 66000 V sind zu einem Außenschaltwerk vereinigt[17]). — Die Lehigh Coal & Navigation Co. baute in Hauto ein 100000-kW-Kraftwerk zur Ausnutzung von Staubkohle aus den Brechern, für welche kein einträglicher Absatz bestand. Die erzeugte Energie wird zu Kohlengruben, Zementfabriken und anderen Industrien in der Nachbarschaft geleitet. Der Staat New Jersey, sowie die Städte New York (158 km) und Philadelphia (117 km) werden mit 110000 V versorgt[18]). — Die Philadelphia El. Co. besitzt am Delaware ein Dampfkraftwerk, welches 2 Turbineneinheiten zu 30000 kW enthält und welches auf 120000 kW ausgebaut werden soll. In einem zweiten Werk wurde ein Turbogenerator für 20000 kW an Stelle von 2 Einheiten für 5000 kW aufgestellt. Beide Werke wurden durch eine 66000-V-Leitung von 50 km Länge mit je einem Außenunterwerk für 30000 kVA verbunden, wodurch die Aufstellung von Reserveaggregaten erspart wurde. Der Bau eines neuen Werkes für 180000 kW am Delaware wurde in Angriff genommen. Die Baltimore

Gas El. Co. verdoppelte während des Krieges ihre Leistungsfähigkeit; sie arbeitet mit einer Wasserkraftanlage der Pennsylvania Water Power Co. parallel. Zwecks Verbesserung des Leistungsfaktors bei geringen Belastungen der Wasserkraftzentrale wurde eine Kontrolle der Blindleistung durch Blindverbrauchzähler vorgenommen. Eine Reihe von Maßnahmen zur Verbesserung des Wirkungsgrades wurde durchgeführt. Die Public Service Co. in New Jersey stellte einen Turbosatz für 35000 kW auf. Die New York Edison Co. und die United El. Light and Power Co. haben durch Ausbau eines gemeinsamen Netzes den Anforderungen der Kriegsindustrie entsprechen können. Gleichzeitig wurden an Stelle von 7 alten Dampfmaschinen für 4000 kW zwei Turbogeneratoren für 35000 kW aufgestellt[19]). — Das neue Kraftwerk für 100000 kW in Cincinnati am Ohio ist Ende 1918 in Betrieb genommen worden; es wird sowohl mit festem als auch gasförmigem (Naturgas) Brennstoff versorgt. Da der Wasserstand des Ohio um 23 m schwankt, wurden die Kondensatoren sehr tief aufgestellt. Hieraus ergaben sich umfangreiche und sehr tiefgehende Fundierungen der Maschinen- und Kondensationsanlagen, die zwischen 23 und 33 m sind[20]). — Das von der West Penn Power Co. in Windsor, West-Virginia, erbaute Großkraftwerk für 180000 kW ist in verschiedener Hinsicht bemerkenswert. Es liegt 600 m von einer Kohlengrube entfernt, unmittelbar an der Bahnlinie und dicht am Ohio, so daß die Wasserbeschaffung gesichert ist. Das Werk erhielt zunächst 4 Turbos von je 30000 kW. Sehr günstig ist die Anordnung der Kessel-, Maschinen- und Schalthäuser[21]). — Die Anlagen am Niagarafall versorgten während des Krieges einen großen Teil der elektrochemischen und metallurgischen Industrie. Im neuen Kraftwerk der Hydraulic Power Co. von 75000 kW wurde ein Turbosatz für 35000 kW aufgestellt. — Die Niagara Falls Power Co. hat durch Vereinigung mit zwei anderen Unternehmungen den Betrieb wesentlich erweitert. — Die Buffalo General El. Co. hat allein während des Krieges 252 Mill. kWh, d. h. 70% ihres Bedarfs vom Niagara entnommen. Der Rest wird von einem Dampfkraftwerk für 100000 kW gedeckt, in welchem 3 Turbosätze von 35000 kW aufgestellt wurden. — Die Rochester Railway & Light Co. und die Niagara, Lockport & Ontario Co. mußten einen Teil ihres Bedarfs durch Dampfreserveanlagen decken. Durch eine weitgehende Kupplung dieser Werke wurden wesentliche Ersparnisse infolge Erhöhung des Belastungsfaktors erzielt. Auf dem kanadischen Ufer des Niagara südlich von Queenstown ist eine neue gewaltige Wasserkraftanlage mit 200000 kW im Bau, bei welcher Wasserturbinen von 40000 kW Einzelleistung zur Aufstellung kommen[22]). — Die Kraftanlagen der mittleren atlantischen Staaten führten verschiedene Maßnahmen zwecks Kohlenersparnis ein. Bedeutende Fortschritte wurden im Bau von Außenunterwerken erzielt. Bei den Übertragungsleitungen wurde eine Erhöhung der Spannweite und der Spannung vorgenommen[23]). — Die in der Hauptsache mit Wasserkraft arbeitenden Südstaaten konnten durch Kupplung ihrer Netze der bis 100% erhöhten Stromabgabe gerecht werden[24]). — Slocum[25]) berichtet über den Bau von neueren Reserve-Dampfkraftwerken zur Unterstützung von Wasserkraftanlagen der Appalachian Power Co., welche zur Versorgung der ausgedehnten Kohlenfelder von West-Virginia dienen. An Stelle der früheren kleinen Eigenanlagen werden hierdurch 50 bis 75% Kohle gespart[25]). — Das Großkraftwerk Muscle Shoals, welches von der Regierung zur Stromerzeugung für die Salpetergewinnung errichtet wurde, ist in mancher Hinsicht bemerkenswert. 15 Wasserrohrkessel von je 1100 kW, die bis auf das Dreifache beansprucht werden können, liefern Dampf von 19 Atm. für eine Dreifach-Verbundturbine für 60000 kW. Die Hochdruckturbine und zwei an beiden Seiten derselben angeordnete Niederdruckturbinen treiben je einen Turbogenerator für 20000 kW, 12000 V und 60 Per/s an. Diese 3 Turbosätze, die eine Bodenfläche von 15 bis 16 m² bedecken, können unabhängig voneinander oder parallel arbeiten, um sich dem wechselnden Bedarf anzupassen oder Störungen zu begegnen. Das gesamte Werk wurde in kürzester Zeit errichtet[26]). — Die Weststaaten zeigten

während des Krieges ein gewaltiges Ansteigen der Belastung. Auch hier konnte durch Kupplung der Netze eine Erhöhung der Stromabgabe erfolgen[27]). — Das neue Wasserkraftwerk am Kernfluß der Southern California Edison Co. ist bemerkenswert, weil die Francisturbinen mit 243 m Druckhöhe arbeiten, und weil die Generatoren je nach Bedarf der Jahreszeit Drehstrom von 50 oder 60 Per/s liefern. Um bei beiden Frequenzen mit gutem Wirkungsgrade zu arbeiten, sind die Turbinenlaufräder auswechselbar[28]). — S. Svenningson[29]) beschreibt die 110000-V-Kreuzung von 1460 m Spannweite über den St. Lorenz-Strom in Kanada. Die vorgesehenen Türme von 107 m Höhe sind im unteren Teil 18 m im Quadrat. Im Abstande von 15 m sind 3 verzinkte Ankerkabel von 35 mm Durchmesser aufgehängt. An diesen Stahlkabeln sind Kupferleitungen mit Hilfe von je 17 Hängeketten aufgehängt, die im Abstande von 76 m angebracht sind und aus je 8 Gliedern bestehen. Die Kupferleitungen sind etwa 54 m über dem mittleren Wasserspiegel. Im Sommer beträgt der normale Durchhang etwa 56 m.

Südamerika. Das neue EW der Compania Italo-Argentina in Buenos Aires erzeugt in seinem Kraftwerk Drehstrom von 7000 V, welcher in 5 Unterwerken in Gleichstrom von 2 × 220 V umgewandelt wird. Eine Eigentümlichkeit der Unterwerke ist, daß Dieselmotoren (500 kW) statt der üblichen Spitzenbatterien aufgestellt sind, welche mit besserem Wirkungsgrade als Akkumulatoren arbeiten. Im Jahre 1915, dem ersten Betriebsjahr, betrug die Gesamterzeugung mehr als 7 Mill. kWh, im Jahre 1916 mehr als 18 Mill. kWh und im Jahre 1917 mehr als 30 Mill. kWh[30]). — Ein deutsches Projekt für die Ausnutzung der Iguazu-Fälle sieht Gleichstrom von 220 kV vor, um 125000 kW auf etwa 1200 km nach Buenos-Aires zu übertragen[31]).

Asien.

Die Elektrizitätsversorgung von Shanghai (China) wird besprochen[32]).

Afrika.

E. Philippi[33]) berichtet über die elektrischen Anlagen der Randkraftgesellschaften nach einem Vortrage von Price, welcher besonders dadurch bemerkenswert ist, daß er in kurzen klaren Zügen einen Gesamtüberblick über die Anlagen und das Arbeiten ihres elektrischen Teiles liefert. — Die Werke von Port Elizabeth in Südafrika werden kurz beschrieben[34]).

Australien.

Die neue wasserkraft-elektrische Entwicklung in Tasmanien hat die Entstehung elektrochemischer und metallurgischer Betriebe ermöglicht. 50000 kW sollen nutzbar gemacht werden[35]). — L. Birks[36]) berichtet über die Entwicklung der elektrischen Wasserkraftanlagen in Canterbury (Neu-Seeland)[36]).

Statistik.

Deutschland. Im Berichtsjahre ist die Statistik der Vereinigung der EWe für die Betriebsjahre 1915/16, 1916/17 und 1917/18 erschinen. Der VDE hat in diesem Jahre keine Statistik herausgegeben. — Fr. Schmidt[37]) behandelt die Verhältnisse der EWe in den Kriegsjahren.

Norwegen. Nach den Jahresberichten der staatlichen Inspektoren haben sich die el. Anlagen wie folgt entwickelt:

	31. 12. 17	1. 7. 16	1. 7. 15
Zahl der Stromerzeugungsanlagen	1 760	1 620	1 515
Gesamte Generatorleistung in kW	1 028 758	888 363	649 127
Für Motoren verwendete kW	343 273	241 292	216 809
Für elektrochem. Zwecke verwendete kW	478 763	424 335	304 128

Die durchschnittliche Größe der Anlagen ist weiter von 550 kW im Jahre 1916 auf 585 kW im Jahre 1917 gestiegen. Ende 1917 waren etwa 1,08 Glühlampen für den Einwohner. installiert. Die Durchschnittsgröße der Motoren betrug etwa 10 kW gegen 8,5 i. V.[38]).

Holland. Nach der Statistik der EW in Holland bestanden im Jahre 1916 insgesamt 216 Werke (291 i. V.), die rund 452 Ortschaften versorgten. Von 120 der in der Statistik angeführten Werke (113 i. V.) sind insgesamt 245 Mill. kWh (195) nutzbar abgegeben worden, und zwar entsprechend einer Einnahme von durchschnittlich 11,62 Pf (11,9) für die nutzbar abgegebene Kilowattstunde[39]).

Amerika. Die Höchstleistungen, Gesamtabgabe und Leistungsfaktoren der 46 größten Kraftanlagen (über 100 Mill. kWh) in den Vereinigten Staaten und Kanada während der Jahre 1916 bis 1918 sind in einer Tabelle zusammengestellt. Mehr als die Hälfte der Energie wird in Wasserkraftwerken erzeugt[40]). — Der „Census"-Bericht, welcher alle 5 Jahre erscheint, zeigt, daß im Jahre 1917 die Leistung der erzeugten Energie mehr als doppelt so groß war, wie im Jahre 1912, und mehr als viermal so groß wie 1907[41]). — Die Betriebsergebnisse der amerikanischen EWe werden ausführlich besprochen[42]).

In den Kriegsjahren 1914 bis 1918 hat sich die Stromabgabe und Einnahme nahezu verdoppelt. Auf die Gesamtzahl der Werke umgerechnet, ergeben sich nachstehende Werte:

	1914	1915	1916	1917	1918
Stromabgabe in Mill. kWh.	16 591	18 402	23 400	27 327	30 251
Zunahme in %	—	10,9	27,2	16,8	10,7
Einnahmen in Mill. Dollar .	337	361	422	491	542
Zunahme in %	—	7,1	16,9	16,4	10,4

Ein Vergleich der Ergebnisse des Jahres 1917 mit jenen des Jahres 1912 zeigt das Anwachsen der EWe in den Vereinigten Staaten:

	1917	1912	Zunahme %
Zahl der Werke	6541	5221	25,3
Leistung der Antriebsmaschinen in Mill. kW	9,46	5,52	70,8
Leistung der Generatoren in Mill. kW. . .	9	5,16	74,3
Jahresleistung in Mill. kWh	25 439	11 569	120
Angeschlossene Motoren Mill. kW	6,78	3,02	123
Jahreseinnahmen in Mill. Dollar	526,9	302,3	74,3
Jahresausgaben in Mill. Dollar	427,1	234,6	82
Zahl der Angestellten	105 546	79 335	33

[1]) Klingenberg, Z. Ver. D. Ing. S 1081, 1113, 1145. — [2]) M. Schulz-Briesen u. Hirsch, El. Masch.-Bau S 348. — [3]) G. W. Kupka, ETZ S 315. — [4]) Tenzer, El. Masch.-Bau S 173, 185, 197. — [5]) Schweiz. Bauztg. Bd 73, S 256. — [6]) H. Eggenberger u. A. Dänzer, Schweiz. Bauztg. Bd 73, S 275, 287, 301. — [7]) Teknisk Ukeblad, 25. IV. 19. — [8]) El. Kraftbetr. S 54. — [9]) W. Borgquist, Teknisk Tidskrift S 93. — [10]) Teknisk Tidskrift v. 31. XII. 19. — [11]) G. F. Paul, El. World Bd 74, S 122. — [12]) Rev. Gén. El. Bd 5, S 659, 689. — [13]) R. Blanchard, El. Masch.-Bau S 314. — [14]) ETZ S 157. — [15]) El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 3, 32. — [16]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 748, 750. — [17]) El. World Bd 72, S 888. — [18]) El. Kraftbetr. S 108. — [19]) El. World Bd 73, S 984. — [20]) El. World Bd 73, S 992. — [21]) El. World Bd 73, S 1020. — [22]) El. World Bd 73, S 996. — [23]) El. World Bd 73, S 1001. — [24]) El. World Bd 73, S 1022. — [25]) Slocum, El. World Bd 73, S 123. — [26]) El. World Bd 73, S 729, 677. — [27]) El. World Bd 73,

S 1031. — [28]) El. World Bd 74, S 116. — [29]) S. Svenningson, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 192. — [30]) ETZ S 272. — [31]) ETZ S 672. — [32]) El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 747; Bd 85, S 4. — [33]) E. Philippi, ETZ S 552, 566. — [34]) El. Rev. Bd 83, S 171. — [35]) El. World Bd 73, S 75. — [36]) L. Birks, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 116. — [37]) Fr. Schmidt, ETZ S 185. — [38]) ETZ S 204. — [39]) ETZ S 94. — [40]) El. World Bd 73, S 632. — [41]) El. World Bd 73, S 740. — [42]) El. World Bd 73, S 685, 892.

V. Elektrische Beleuchtung.

Beleuchtungsanlagen. Lampen und Zubehör. Von Privatdozent Dr.-Ing. N. A. Halbertsma, Frankfurt a. M.

Beleuchtungsanlagen.

Von Privatdozent Dr.-Ing. N. A. Halbertsma.

Allgemeines. Die Beendigung des Kriegszustandes veranlaßte verschiedene Veröffentlichungen über die Beleuchtung während des Krieges und im Anschluß daran über den künftigen Ausbau der Lichttechnik. — Steinhaus[1]) schildert die Entwicklung der el. Beleuchtung im Rahmen einer Aufsatzreihe der ETZ. Bloch[2]) beschreibt die durch manche Einschränkungen behinderte Beleuchtung während des Krieges, Halbertsma[3]) bespricht die künftige Entwicklung der Lichttechnik in Deutschland. Im Zusammenhang hiermit steht ein Aufsatz von Teichmüller[4]) über die Lichttechnik als Unterrichtsgebiet. Diese Frage wurde im Ausland schon in Angriff genommen und erst das Ende des Krieges ermöglichte es auch für Deutschland der Frage näherzutreten, inwiefern ein lichttechnischer Unterricht etwa an einer der technischen Hochschulen näher spezialisiert werden soll. Vorbereitende Schritte sind dafür in Karlsruhe im Gange. — In der Amerikanischen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft berichtete Millar[5]) über die Beleuchtung während des Krieges und über den Einfluß der Beleuchtungsbeschränkungen auf den Stromverbrauch. — Doane[6]) wies auf die Bedeutung der Beleuchtung für den wirtschaftlichen und technischen Wiederaufbau hin. — Über die neuen Erscheinungen der lichttechnischen Literatur des Auslandes während der Kriegsjahre erstattete Halbertsma[7]) der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft einen Bericht. Vorschläge für die weitere Entwicklung dieser Gesellschaft und Anregungen für ihre praktische Betätigung wurden von Müller[8]) gegeben.

Physiologisches. Ferree und Rand[9]) setzten die Reihe ihrer Berichte über die Ermüdung des Auges fort mit einer Studie über die Ermüdungserscheinungen bei verschiedenen künstlichen Beleuchtungsarten. — Gehlhoff und Schering[10]) untersuchten die Abhängigkeit des Reizschwellenwertes des Auges vom Sehwinkel, eine Erscheinung, die wichtig ist für den Sehvorgang bei nächtlicher, sehr schwacher Beleuchtung. — Coblentz[11]) beschreibt die neueren Fortschritte, die man in Amerika bei der Herstellung von Gläsern gemacht hat, welche das Auge gegen schädliche Strahlungen (Wärmestrahlung und ultraviolette Strahlung) schützen sollen. — Eine wissenschaftliche Untersuchung über die Absorption von ultravioletten und infraroten Strahlen durch verschiedene Glasarten haben Smith und Sheard[12]) durchgeführt.

Berechnung der Beleuchtung. Teichmüller[13]) gab einen neuen Bericht über die schon früher (JB 1918, S 197) beschriebene Beleuchtungsberechnung mit der »Lichtstromkugel«, wobei er auch die Berechnung des Minimums der Beleuchtung bei mehreren Lichtquellen in Betracht zieht. — In einem Beitrag zum Kapitel: Projektierung von Beleuchtungsanlagen, der auch im Verlag Krayn, Berlin, als Broschüre erschienen ist, geben Heyck und Högner[14]) eine Darstellung der Berechnung von Beleuchtungsanlagen unter Zugrundelegung der Wirkungs-

gradmethode und unter besonderer Berücksichtigung der Armaturen von Körting und Mathiesen. Auch in dieser Abhandlung wird der Berechnung der Ungleichmäßigkeit der Beleuchtung besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Daneben werden in einem allgemeinen Teil verschiedene Gesetze und Beziehungen, die bis jetzt wenig bekannt waren, hervorgehoben. — Voege[15]) hat einen Fall der Innenbeleuchtung durch eine Gasfüllungslampe in verschiedenen Armaturen benutzt, um die verschiedenen Wirkungsgrade, die bis jetzt angegeben wurden, nachzuprüfen. Er findet eine befriedigende Übereinstimmung und liefert damit einen Nachweis für die Brauchbarkeit der Wirkungsgradmethode. Harrison und Magdsick[16]) berichten über die Berechnung und den Entwurf von Beleuchtungsanlagen in Fabriken, wobei sie ebenfalls die Wirkungsgradmethode zugrundelegen.

Vorschriften. Für die Vorschriften, die in Amerika für Fabrikbeleuchtung aufgestellt sind, und die in verschiedenen Staaten gesetzliche Kraft erhielten, sei auf eine Übersicht von Lux[17]) in der deutschen Fachliteratur verwiesen. Für die neuere Entwicklung auf diesem Gebiete muß man dagegen auf die amerikanische Literatur zurückgreifen. (Mahan[18]), Stickney[19]), Hoeveler[20]), Vogt[21]), Leveridge[22]), Spicer[23]), Lloyd[24]) und Simpson[25]).) Auch beschäftigt man sich neuerdings in den Vereinigten Staaten anscheinend sehr stark mit der Regelung der Automobil-Scheinwerferbeleuchtung. Ein Komitee der Amerikanischen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft hat zu diesem Zweck zwei Berichte erstattet[26]). Im übrigen sei auf die Ausführungen von Hugo[27]) über das Automobil-Beleuchtungsgesetz des Staates New York verwiesen, sowie auf die Veröffentlichung von Marks[28]) über die Vorarbeiten für ein Einheitsgesetz.

Natürliche Beleuchtung. Die natürliche Beleuchtung, von der lichttechnischen Literatur im allgemeinen vernachlässigt, bildete 1919 den Gegenstand einiger bemerkenswerter Veröffentlichungen. Burchard stellte relativ einfache Beziehungen für die natürliche Beleuchtung des Hofes[29]) und für die natürliche Beleuchtung der Straßen[30]) auf, während Perrot und Vogan[31]) eine Reihe Tageslichtmessungen in modernen Fabrikgebäuden veröffentlichten. Böker[32]) stellte eine theoretische Untersuchung über die Beleuchtung von Innenräumen durch rechteckige Fensteröffnungen an.

Fabrikbeleuchtung. Clewell, welcher in den Vereinigten Staaten als Spezialist für Fabrikbeleuchtung gilt, veröffentlichte eine Reihe von Aufsätzen über diesen Gegenstand. Er behandelte insbesondere die wirtschaftlichen Gesichtspunkte bei der Fabrikbeleuchtung[33]), die technische Ausgestaltung der Fabrikbeleuchtung[34]), die künstliche und natürliche Fabrikbeleuchtung[35]) und die Fabrikbeleuchtung im Kriege[36]). — Cornelison[37]) beschreibt normalisierte Fabrikbeleuchtungsanlagen, Powell[38]) die Beleuchtung von Baumwollspinnereien, Hornor[39]) die Beleuchtung von Schiffswerften, Stryker[40]) die besondere Ausgestaltung der Beleuchtung in einer Fabrik für feinste Gewebe (Schleier). — Powell und Harrington[41]) weisen die Bedeutung zweckmäßiger Beleuchtung in den Anlagen nach, in denen Güter in größeren Mengen gelagert und transportiert werden (Eisenbahnschuppen, Hafenspeicher u. dgl.).

Bureaubeleuchtung. Wise[42]) beschreibt die moderne Bureaubeleuchtung unter besonderer Berücksichtigung der in den Vereinigten Staaten üblichen Ausführungen. Ferner beschäftigen sich mit Bureaubeleuchtung Aufsätze von Powell[43]) und Hoeveler[44]).

Innenbeleuchtung. Auf dem Gebiete der Innenbeleuchtung sind noch zu erwähnen Aufsätze von Boutaric[45]) über Schulbeleuchtung, von Powell und Harrington[46]) über die Möglichkeit, die Heimbeleuchtung mit geringen Lichtverlusten angenehm zu machen, von Edwards[47]) über die el. Beleuchtung als wichtigsten Bestandteil der Elektrizitätsversorgung des Hauses, sowie von Little und Dick[48]) über die Beleuchtung von Hotelräumen. Gerade auf dem Gebiet der Beleuchtungsanwendungen weist die deutsche Fachliteratur wohl als Folge des Krieges sehr wenige Neuerscheinungen auf.

Außenbeleuchtung. Die Frage, in welchen Größen, in welchen Entfernungen und mit welchen Armaturen Glühlampen am zweckmäßigsten für die Beleuchtung von Bahnhofsanlagen benutzt werden, versucht v. Glinski[49]) mit Hilfe einer Reihe von Kurven und Gleichungen zu entscheiden. Leider lassen sich diese theoretisch als die günstigsten ermittelten Verhältnisse nicht immer in der Praxis verwirklichen. — Harrison und Anderson[50]) beschreiben die Beleuchtung einiger unterirdisch gelegener Haltestellen der Straßenbahn in Cleveland, wobei nackte, blendende Lichtquellen durch den seitlichen Einbau von Beleuchtungskörpern vermieden sind. — Gray und Hagenlocher[51]) beschreiben die Straßenbeleuchtung in einer amerikanischen Stadt mittleren Umfangs.

Eisenbahnbeleuchtung. Wilder und Allen[52]) geben eine eingehende Darstellung der verbesserten Beleuchtung in den Fahrzeugen amerikanischer Überlandstraßenbahnen. Cunnington[53]) berichtet über die Eisenbahnbeleuchtung und ihre Unterhaltung, Schlosser[54]) über die elektrische Beleuchtung von Signalen bei den schweizerischen Bundesbahnen und Schaub[55]) über Lichtsignale für Straßenbahnwagen.

Scheinwerfer und Projektion. Porter[56]) beschreibt eine neue Ausführung der Gasfüllungsglühlampe für Kinoprojektion (vgl. JB 1918, S 86). — Murphy[57]) weist auf die Forderungen hin, welche an die Beleuchtung von Bauten durch Glühlampenscheinwerfer gestellt werden müssen. — Porter[58]) beschreibt die Mittel, welche bei Automobil-Glühlichtscheinwerfern mit Glühlampen zur Vermeidung der Blendung angewandt werden.

Einen sehr großen Raum nahmen im Berichtsjahre die Veröffentlichungen über Scheinwerfer ein. Wurde während des Krieges strenge Zurückhaltung in dieser Hinsicht geübt, so fällt jetzt für manche Fortschritte der Grund zur Verschwiegenheit weg. In zwei Aufsätzen berichtet Goody[59]) über Scheinwerfer (vorwiegend englischer Bauart) und ihren Betrieb. — Patterson, Walsh, Taylor und Barnett[60]) haben den Kohlenlichtbogen, wie er für Scheinwerfer benutzt wird, untersucht. — Harris[61]) berichtet über die Verwendung des Scheinwerfers auf Handelsschiffen. — Von Grosjean[62]) stammt eine Beschreibung der großen Scheinwerfer, die während des Krieges benutzt wurden. — Kelly[63]) schildert die Verwendung des Scheinwerfers auf den Kriegsschiffen der Vereinigten Staaten. Eine Scheinwerfernummer der »General Electric Review« enthält eine Reihe von Aufsätzen über die Entwicklung des Scheinwerfers während des Krieges in den Vereinigten Staaten. — Hussey[64]) berichtet über die Herstellung von großen Scheinwerferspiegeln aus Metall, die bis jetzt für wenig aussichtsreich gehalten wurde. — Minchin[65]) schildert die Herstellung eines größeren Glasspiegels für Scheinwerfer, Hardman[66]) die Herstellung der Scheinwerferkohlen, die vor Kriegsausbruch in Amerika nicht hergestellt wurden. Bei den bisherigen Scheinwerfern macht sich das große Gewicht sehr unangenehm bemerkbar. Die Transportmöglichkeit wird dadurch sehr beschränkt. Außerdem wird die Herstellung durch die vielen erforderlichen Teile erschwert und verteuert. Als bemerkenswerte Entwicklung auf dem Gebiet des Scheinwerferbaues ist daher der »offene« Scheinwerfer zu bezeichnen, der 1918 in den Vereinigten Staaten ausgeführt wurde. Der Spiegel liegt vollständig offen, die Bogenlampe befindet sich in einer zylindrischen Hülse in der Mitte des Spiegels. Besondere Anforderungen stellt diese Konstruktion an die Widerstandsfähigkeit der Bogenlampenteile gegen Wärme, da die Scheinwerferlampe in einem sehr kleinen Raum brennen muß. Zur Abfuhr der heißen Gase wurden besondere Schornsteine bei diesen Scheinwerfern vorgesehen. — Murphy[67]) beschreibt einen derartigen offenen Scheinwerfer von 75 cm Spiegeldurchmesser auf einem leichten Dreifußstativ, Halvorson[68]) die Entwicklung des offenen Scheinwerfers von 1,50 m Durchm. in den Lynnwerken der Gen. El. Comp. — Beechlyn[69]) beschreibt die Verwendung einer Bogenlampe mit erhöhter Flächenhelle in diesen offenen Scheinwerfern. Diese Lampen unterscheiden sich dadurch von der alten Beck-Scheinwerferlampe, daß die positive Kohle nicht von einer

Gasflamme umspült wird. — Nach Lichtenberg[70]) und Baldwin[71]) ist es gelungen, einen offenen Scheinwerfer von 150 cm Durchm. infolge seines leichten Gewichtes auf einem Kraftwagen unterzubringen, der gleichzeitig als Stromquelle dient. Eine solche Scheinwerfergruppe vermag ihren Standort sehr rasch zu ändern. — Bassett[72]) beschreibt Scheinwerfer der althergebrachten Form, bei denen jedoch das Gewicht ebenfalls verringert werden konnte. — Elihu Thomson[73]) äußert sich über die Entwicklung des Scheinwerfers, Gibson[74]) über den Umfang der Scheinwerfererzeugung durch die Gen. El. Comp. während des Krieges. — Schließlich sei noch der Aufsatz von Hood[75]) über Turmwagen für Scheinwerferaufstellung erwähnt. — Von Utterback[76]) liegt eine Untersuchung über die Durchlässigkeit des Nebels für verschieden gefärbtes Licht vor.

Unsichtbarmachung. Unter »Camouflage« verstand man im Auslande die während des Krieges übliche Bemalung von Schiffen, Fahrzeugen, Gebäuden u. dgl. zum Zwecke der Unsichtbarmachung für den Feind. Trotzdem oder gerade weil diese Aufgabe dem Ziele der Beleuchtungstechnik entgegengesetzt ist, berühren die Untersuchungen auf diesem Gebiet Fragen, die auch für den Beleuchtungstechniker von besonderem Interesse sind. In der deutschen Fachliteratur scheinen Veröffentlichungen hierüber noch nicht vorzuliegen, dagegen ersehen wir aus einer Anzahl von Aufsätzen, die in den Vereinigten Staaten erschienen sind, wie eingehend die Grundlage der Camouflage dort erforscht wurde. In der Amerikanischen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft haben Luckiesh[77]) und Buskirk[78]) Vorträge über Camouflage gehalten. Im Anschluß daran berichtete Warner über Anstriche für Kriegsschiffe[79]) und über die Methoden der Unsichtbarmachung durch verschiedenartige Bemalung[80]). Die Entwürfe für die verschiedenen Schiffsarten wurden vorher an kleinen Modellen in einem Versuchsbehälter vorgeführt, der sich in einer großen Ulbrichtschen Kugel befand, um auch die Verhältnisse des vollkommen zerstreuten Tageslichtes nachahmen zu können.

[1]) A. Steinhaus, ETZ S 149. — [2]) L. Bloch, Z. Beleucht. S 2. — [3]) N. A. Halbertsma, Z. Beleucht. S 6. — [4]) J. Teichmüller, Z. Beleucht. S 4. — [5]) P. S. Millar, Trans. Ill. Eng. Soc. S 146. — [6]) S. E. Doane, Trans. Ill. Eng. Soc. S 209. — [7]) N. A. Halbertsma, Z. Beleucht. S 65. — [8]) H. Müller, Z. Beleucht. S 89. — [9]) C. E. Ferree u. G. Rand, Trans. Ill. Eng. Soc. S 107. — [10]) G. Gehlhoff u. H. Schering, Z. Beleucht. S 17. — [11]) W. W. Coblentz, Jl. Frankl. Inst. Bd 188, S 255. — [12]) A. W. Smith u. Ch. Sheard, Jl. Opt. Soc. of America S 26. — [13]) J. Teichmüller, Licht und Lampe S 108, 130. — [14]) P. Heyck u. P. Högner, Z. Beleucht. S 22, 27, 45. — [15]) W. Voege, Licht und Lampe S 479. — [16]) W. Harrison u. H. H. Magdsick, El. World Bd 74, S 184, 232. — [17]) Lux, Z. Beleucht. S 47. — ETZ S 170. — [18]) H. E. Mahan, Gen. El. Rev. S 110. — [19]) G. H. Stickney, Trans. Ill. Eng. Soc. S 153. — [20]) J. A. Hoeveler, Trans. Ill. Eng. Soc. S 436. — [21]) J. H. Vogt, Trans. Ill. Eng. Soc. S 454. — [22]) R. H. Leveridge, Trans. Ill. Eng. Soc. S 461. — [23]) J. S. Spicer, Trans. Ill. Eng. Soc. S 468. — [24]) M. G. Lloyd, Trans. Ill. Eng. Soc. S 473. — [25]) R. E. Simpson, Trans. Ill. Eng. Soc. S 478. — [26]) Trans. Ill. Eng. Soc. S 64, 500. — [27]) F. M. Hugo, Trans. Ill. Eng. Soc. S 61. — [28]) L. B. Marks, Trans. Ill. Eng. Soc. S 100. — [29]) A. Burchard, Zentrbl. Bauverw. S 597. — [30]) A. Burchard, Zentrbl. Bauverw. S 38. — [31]) E. G. Perrot u. F. C. Vogan, Trans. Ill. Eng. Soc. S 257. — [32]) R. Böker, Z. Beleucht. S 95. — [33]) C. E. Clewell, El. World Bd 73, S 371. — [34]) C. E. Clewell, El. World Bd 73, S 68, 260, 526. — [35]) El. World Bd 73, S 22. — [36]) C. E. Clewell, Trans. Ill. Eng. Soc. S 306. — [37]) H. L. Cornelison, El. World Bd 74, S 69, 459. — [38]) A. L. Powell, Trans. Ill. Eng. Soc. S 105. — [39]) H. A. Hornor, Trans. Ill. Eng. Soc. S 278. — [40]) E. du B. Stryker, El. World Bd 74, S 641. — [41]) A. L. Powell u. R. E. Harrington, Gen. El. Rev. S 61. — [42]) A. Wise, Illum. Engineer (London) S 27. — [43]) A. L. Powell, El. World Bd 73, S 316. — [44]) J. A. Hoeveler, El. World Bd 73, S 1172. — [45]) A. Boutaric, Rev. Gén. El. Bd 5, S 885. — [46]) A. L. Powell u. R. E. Harrington, Trans. Ill. Eng. Soc. S 394. — [47]) E. J. Edwards, Gen. El. Rev. S 162. — [48]) W. F. Little u. A. C. Dick, Trans. Ill. Eng. Soc. S 45. — [49]) v. Glinski, Glasers Ann. Bd 84, S 19, 31. — [50]) W. Harrison u. E. A. Anderson, El. World Bd 74, S 513. — [51]) C. D. Gray u. E. Hagenlocher, El.

World Bd 73, S 575. — [52]) C. W. Wilder u. A. E. Allen, Trans. Ill. Eng. Soc. S 24. — Rev. Gén. El. Bd 6, S 458. — [53]) Cunnington, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 281. — [54]) G. Schlosser, ETZ S 407. — [55]) H. Schaub, Schweiz. Bauztg. Bd 72, S 185. — [56]) L. C. Porter, Gen. El. Rev. S 556. — [57]) F. H. Murphy, El. World Bd 73, S 1377. — [58]) L. C. Porter, Gen. El. Rev. 1918, S 627. — El. Masch.-Bau S 217. — [59]) H. M. Goody, El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 227, 463. — [60]) Patterson, Walsh, Taylor u. Barnett, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 625. — [61]) R. C. Harris, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 444. — [62]) M. Grosjean, Rev. Gén. El. Bd 6, S 445, 479, 513. — [63]) R. Kelly, Proc. Am. Inst. El. Eng. S 1369. — [64]) R. B. Hussey, Gen. El. Rev. S 652. — [65]) H. D. Minchin, Gen. El. Rev. S 660. — [66]) W. H. Hardman, Gen. El. Rev. S 685. — [67]) E. J. Murphy, Gen. El. Rev. S 680. — [68]) C. A. B. Halvorson, Gen. El. Rev. S 704. — [69]) J. T. Beechlyn, Gen. El. Rev. S 655. — [70]) Ch. Lichtenberg, Gen. El. Rev. S 700. — [71]) H. S. Baldwin, Gen. El. Rev. S 694. — [72]) P. R. Bassett, Gen. El. Rev. S 714. — [73]) Elihu Thomson, Gen. El. Rev. S 722. — [74]) L. Gibson, Gen. El. Rev. S 683. — [75]) R. S. Hood, Gen. El. Rev. S 689. — [76]) C. L. Utterback, Trans. Ill. Eng. Soc. S 133. — [77]) M. Luckiesh, Trans. Ill. Eng. Soc. S 234. — [78]) H. v. Buskirk, Trans. Ill. Eng. Soc. S 225. — [79]) E. L. Warner, Trans. Ill. Eng. Soc. S 220. — [80]) E. L. Warner, Trans. Ill. Eng. Soc. S 215.

Lampen und Zubehör.

Von Privatdozent Dr.-Ing. N. A. Halbertsma.

Allgemeines. Strahlungsgesetze. Nernst und Wolf[1]) schlagen eine Abänderung der Planckschen Strahlungsgleichung vor. Priest[2]) berichtet über eine neue Gleichung für die Strahlung des schwarzen Körpers und die Bestimmung der hierzu gehörenden Konstanten. Die Strahlung des schwarzen Körpers und die Bestimmung seiner Flächenhelle bildet ferner den Gegenstand zweier Veröffentlichungen von Coblentz[3]) sowie von Hyde, Forsythe und Cady[4]). Boutaric[5]) beschreibt, anscheinend auf Grund amerikanischer Quellen, eine neue Methode zur Bestimmung höherer Temperaturen nach der Farbe des ausgestrahlten Lichtes.

Lumineszenz. Von Schröter[6]) rührt eine neue Veröffentlichung über die von ihm erfundene Glimmlampe mit Neon-Gasfüllung her. — Child[7]) hat die Strahlung einer Quecksilberdampflampe untersucht.

Bogenlampen. Messungen von Podszus[8]) über die Flächenhelligkeit des positiven Kraters haben zu dem Ergebnis geführt, daß eine, wenn auch geringe, Abhängigkeit der Kratertemperatur von der Stromstärke vorhanden ist, so daß die Ergebnisse Lummers, der auf eine konstante Temperatur glaubte schließen zu können und diese als Siedepunkt des Kohlenstoffes betrachtete, eine Nachprüfung erfordern. Hagenbach und Langbein[9]) haben die Temperaturen gemessen, die bei einem Lichtbogen mit metallischen Elektroden an deren Enden auftreten. Bei den Scheinwerferbogenlampen mit erhöhter Flächenhelle war zu erwarten, daß infolge der höheren Temperatur auch eine Verschiebung der Spektral-Energiekurve nach dem blauen Ende des Spektrums hin stattfinden würde. — Priest und Cons.[10]) haben dieses durch spektrale Messungen bestätigt gefunden.

Glühlampen. Weniger und Pfund[11]) haben das Reflexionsvermögen des glühenden Wolframs gemessen, welches von Bedeutung ist für das Verhältnis der Wolframstrahlung zur Strahlung des schwarzen Körpers. Eine weitere theoretische Untersuchung, welche für die Glühlampenherstellung von Bedeutung ist, liegt in einer Arbeit von Shrader[12]) über die Gas- und Dampfreste in hochevakuierten Glasgefäßen vor. — Mit der Vereinheitlichung der verschiedenen Glühlampentypen, die durch die Vereinigung der führenden deutschen Glühlampenfabriken in greifbare Nähe gerückt ist, beschäftigt sich ein Vortrag von Wirthwein[13]) in der Deutschen Beleuchtungstechn. Gesellschaft. Die Vereinheitlichung kann sich auf Glühlampenspannung, Glühlampenleistung und

die Form der Glühlampenglocken erstrecken. — Ely[14]) berichtet über die Prüfung von Metalldrahtlampen mit Überspannung. Die Lebensdauerprüfung wird hierdurch wesentlich verkürzt. Zu der Zeitersparnis tritt eine nicht unbeträchtliche Stromersparnis. Es handelte sich darum, festzustellen, ob die gleiche Überspannung (in Prozenten) bei allen Glühlampen eine prozentual gleiche Abnahme der Brenndauer zur Folge hatte. Nach dem Ausgang dieser Versuche scheint der Weg aussichtsreich zu sein, so daß weitere Versuche in dieser Richtung angezeigt sind. — Lux berichtet über die Glühlampen für Taschenlampen[15]) sowie über die technische Bewertung von Taschenlampenbatterien[16]) auf Grund der Normalien des VDE. — Unter der Bezeichnung Eltralampe[17]) wird eine neue Handlampe auf den Markt gebracht. Das Element besteht aus Bleisuperoxyd und Zink in Schwefelsäure und liefert eine Spannung von 2,45 bis 2,50 V. Das Glasgefäß ist kippbar, so daß außer Gebrauch die Elektroden aus der Säure entfernt sind. Durch dieses Kippen erübrigt sich eine besondere Ausschaltung. — Shepherd[18]) gibt eine Übersicht über die praktisch beobachtete Brenndauer von Glühlampen für Außenbeleuchtung.

Reflexion des Lichtes. Die Gesetzmäßigkeit der Lichtverteilung bei zerstreuter Reflexion, soweit sie von dem Lambertschen Gesetz abweicht, hat Trotter[19]) eingehend untersucht. Trotz mancher neuen Idee scheint die endgültige Lösung des Problems noch nicht vorzuliegen. Anscheinend muß man mehr als bisher auf die Untersuchung der Vorgänge im Inneren der Substanz bei der Streuung des Lichtes zurückgreifen. Im Anschluß an eine frühere Arbeit (Ondracek, JB 1918, S 88) untersuchte Halbertsma[20]) die Lichtverteilung des diffusen Reflektors von einfacher Form unter der Voraussetzung gleichmäßiger Beleuchtung des Reflektors. Böker[21]) erweiterte diese Betrachtungen durch eine angenäherte Berücksichtigung verschiedener Beleuchtung des Reflektors. Zu diesem Gegenstand hat Ondracek[22]) selbst erneut das Wort genommen, wobei er u. a. versucht, nachzuweisen, daß die Lichtverteilung einiger diffuser Reflektoren besonders abhängig ist von der Entfernung, aus der sie gemessen wird.

Beleuchtungskörper. Willcox[23]) schildert den Einfluß der Gasfüllungslampe auf die Beleuchtungstechnik, der sich besonders bei der Ausbildung moderner Beleuchtungskörper äußert. An Stelle vieler kleinen Glühlampen treten wenige große. — Hermanni[24]) beschreibt die Sava-Fassung der AEG, die einen federnden Schutzring besitzt, so daß stromführende Teile des Glühlampensockels nicht berührt werden können. — Roth[25]) nahm eine Verbesserung der Beleuchtungskörper vor, die abwechselnd direktes oder indirektes Licht geben. — Turner[26]) schildert den Umbau von Bogenlampengehäusen in Armaturen für Glühlampen. — Luckiesh und Mellor[27]) untersuchen die Lichtdurchlässigkeit verschiedener Lampengläser. — Herz[28]) berichtet, wie man in den Vereinigten Staaten Bogenlampenglocken, die infolge schlechter Beschaffenheit des Glases (Mangan?) eine merkliche Braunfärbung zeigten, wieder farblos machen konnte. — Ein Aufsatz über die Reinlichtbeleuchtung[29]) bringt zwar Ergebnisse der bisherigen spektralen Messungen des Tageslichtes, ohne aber zu zeigen, ob und inwiefern das Reinlicht dem natürlichen Tageslicht entspricht. — Harrison und Magdsick[30]) geben Winke für die Auswahl der Beleuchtungskörper für Fabrikbeleuchtung. — Gerhardt[31]) beschreibt Anwendungen des Wiskottspiegels. — Rose und Butler[32]) vergleichen auf Grund eingehender Messungen die Straßenbeleuchtung durch einzelne Lichtquellen mit der in den Vereinigten Staaten vielfach üblichen Kombination mehrerer Lichtquellen an einem Leuchtmast. Sie zeigen die Vorteile der erstgenannten Beleuchtungsart.

[1]) W. Nernst u. T. Wolf, Verh. D. Phys. Ges. S 294. — [2]) J. G. Priest, Phys. Rev. R 2, Bd 14, S 191. — [3]) W. W. Coblentz, Phys. Rev. R 2, Bd 14, S 174, 267. — [4]) Hyde, Forsythe u. Cady, Phys. Rev. R 2, Bd 13, S 45. — [5]) A. Boutaric, Rev. Gén. El. Bd 5, S 210. — [6]) F. Schröter, ETZ S 186. — [7]) C. D. Child, Phil. Mag. R 6, Bd 37, S 61. — [8]) E. Podszus, Verh. D. Phys. Ges.

S 284. — [9]) A. Hagenbach u. K. Langbein, El. Masch.-Bau S 544. — [10]) Priest, Meggers, Mc Nicolas, Gibson u. Tyndall, Phys. Rev. R 2, Bd 14, S 184. — [11]) W. Weniger u. A. H. Pfund, Phys. Rev. R 2, Bd 14, S 427. — [12]) J. E. Shrader, Phys. Rev. R 2, Bd 13, S 434. — [13]) Wirthwein, Z. Beleucht. S 115. [14]) Ely, Mitt. Ver. EW S 118. — [15]) Lux, Z. Beleucht. S 119. — [16]) H. Lux, ETZ S 19. — [17]) ETZ S 376. — [18]) C. H. Shepherd, El. World Bd 73, S 1215. — [19]) A. P. Trotter, Ill. Engineer (Ldn.) S 243. — [20]) N. A. Halbertsma, El. Masch.-Bau S 197. — [21]) R. Böker, El. Masch.-Bau S 365. — [22]) J. Ondracek, El. Masch.-Bau S 537. — [23]) Willcox, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 653. — El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 107. — [24]) A. Hermanni, Mitt. AEG S 147. — [25]) E. Roth, ETZ S 566. — [26]) W. B. Turner, El. World Bd 72, S 1174. — [27]) M. Luckiesh u. L. L. Mellor, Jl. Frankl. Inst. Bd 185, Nr. 4. — El. Masch.-Bau S 434. — [28]) A. Herz, El. World Bd 72, S 935. — [29]) Z. Beleucht. S 78. — [30]) W. Harrison u. H. H. Magdsick, El. World Bd 73, S 1319; Bd 74, S 7. — [31]) O. Gerhardt, Z. Beleucht. S 98. — [32]) S. L. E. Rose u. H. E. Butler, Gen. El. Rev. S 1044.

VI. Elektrische Fahrzeuge und Kraftbetriebe.

Elektrische Voll- und Straßenbahnen. Von Prof. Dr. W. Kummer, Zürich. — Elektrische Bahnen und Fahrzeuge für besondere Zwecke. Von Ingenieur Max Schiemann, Wurzen. — Hebezeuge, Transport- und Verladevorrichtungen. Von Prof. Rudolf Krell, München. — Maschinenantrieb in Fabriken, Pumpen, Werkzeugmaschinen und elektrische Werkzeuge. Landwirtschaftlicher Betrieb. Von Prof. Dr.-Ing. Alexander Brückmann, Hannover.

Elektrische Voll- und Straßenbahnen.

Von Prof. Dr. W. Kummer.

Allgemeines. Das Jahr 1919, mit der scharf ausgeprägten Weltkohlennot, hat die Frage der Einführung der el. Zugförderung nun auch in denjenigen Ländern brennend werden lassen, die früher dieser Frage ziemlich kühl gegenüberstanden; folgerichtig ist in diesen Ländern dann auch gleichzeitig das Problem der Wahl der Stromart für die zu elektrifizierenden Hauptbahnen aufgetaucht, so daß die technische Literatur des Jahres 1919 reich an bezüglichen Erörterungen ist, die wir im Unterabschnitt »Elektrische Vollbahnen« anläßlich der Würdigung der Baufortschritte und Projekte in den einzelnen Ländern erwähnen werden.

Unter den Veröffentlichungen, die das Gebiet der Vollbahnen und der Straßenbahnen in gleichem Maße betreffen, nennen wir zuerst die vorwiegend amerikanische Verhältnisse berücksichtigenden Darstellungen über Entwicklung und Beschaffenheit der verwendeten Eisenbahnschienen[1]), sowie der verwendeten Schienenverbinder[2]). — Die theoretische Bedeutung der Anfahrbeschleunigung für Bahnen für städtischen Schnellverkehr hat O. Christiansen[3]) einer Untersuchung unterzogen, die zum Ergebnis führte, daß eine Vergrößerung der Anfahrbeschleunigung zwar stets Zugsfolge, Reisegeschwindigkeit und Wagenumlauf günstig beeinflußt, daß jedoch das Maß dieser Beeinflussung von vielen Nebenumständen abhängt und oft recht unwesentlich ausfällt. Für Bahnen mit solchen Betriebsverhältnissen haben F. Broussouse und P. Demany[4]) einen »Zeitbewertungsfaktor« zur Betriebsbeurteilung eingeführt, während F. Guéry[5]) die Ermittlung des Energiebedarfs für die vollständige el. Stromversorgung grundsätzlichen Studien unterworfen hat. — Über den Wechselstromwiderstand von Eisenbahnschienen sind experimentelle Forschungsarbeiten von A. E. Kennelly, F. H. Achard, A. S. Dana[7]) bekannt geworden. Anderseits sind durch E. R. Shepard[6]) die Verhältnisse des aus den Schienen

in den Erdboden übergehenden »Rückleitungsstroms« auf Grund von Messungen hinsichtlich der Unterbaukonstruktion und der elektrolytischen Wirkung eingehend behandelt worden. — Eine Forschungsarbeit von E. Steiner[8]) befaßt sich mit der virtuellen Länge bei elektrisch betriebenen Bahnen, wobei als völlig neu die virtuelle Berücksichtigung der Absenkung der Trasse zwischen den Haltestellen von Untergrundbahnen festzustellen ist. — Eine gute zusammenfassende Darstellung neuerer Patente über Leitungsanlagen, Stromabnehmer, Motorwagen, Lokomotiven und Schaltungen bei elektrischen Bahnen verdanken wir der Wiener Zeitschrift »Elektrotechnik und Maschinenbau«[9]).

Elektrische Vollbahnen. Die im JB 1918 berücksichtigte, bedeutsame Schaltung der Maschinenfabrik Oerlikon für elektrische Nutzbremsung auf Einphasen-Wechselstrombahnen hat nach einem Bericht von H. Behn-Eschenburg[10]) mit ausgezeichnetem Erfolg ihre Einführung in die Praxis gefunden. Die Wirkungsweise dieser Schaltung hat in der Literatur zu zahlreichen Erörterungen geführt, unter denen die Beiträge von M. Schenkel[11]), von R. Moser[12]), von L. Fleischmann[13]), von A. Blondel[14]) und von M. Latour[15]) zu erwähnen sind. Eine weitere, ausführlichere Abhandlung über die Rückgewinnungsverfahren bei Einphasenbahnen hat L. Monath[16]) verfaßt. — Die verschiedenen, zur Stromversorgung von Gleichstrombahnen benutzten Formen von sog. dritten Schienen sind in einer amerikanischen Darstellung[17]) zur eingehenden Beurteilung gelangt. — Die Schüttelerscheinungen der el. Lokomotiven mit Kurbelantrieb haben neuerdings Anlaß zu eingehenden Untersuchungen geboten. Einen Versuch, diese Verhältnisse auf dem Wege graphischer Darstellung zu klären, hat A. C. Couwenhoven[18]) unternommen, ohne jedoch zu einem befriedigenden Abschluß der Erkenntnis zu kommen. Anderseits ist dieser Abschluß K. E. Müller[19]) auf Grund sowohl analytischer als auch experimenteller Forschung gelungen; darnach sind die kritischen Drehzahlen, die W. Kummer (vgl. JB 1914 und 1915) in erster Annäherung aus der Differentialgleichung der harmonischen Schwingung:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + A \cdot x = R(t)$$

mit A als Konstante und mit $R(t)$ als Störungsglied berechnete, genauer auf Grund der Gleichung:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + F(t) \cdot x = R(t),$$

deren Lösung für die technisch wichtigen Fälle angegeben wird, zu ermitteln; durch die experimentelle Untersuchung der kritischen Drehzahlen eines Kuppelstangenmodells ergab sich indessen, daß die ältere Annäherungsrechnung als solche voraussichtlich im allgemeinen weiterhin als zutreffend erachtet werden dürfte. Die Erkenntnis, daß die Schüttelbewegung von Lokomotiven mit Kuppelstangenantrieb den Fahrwiderstand solcher Lokomotiven ungünstig beeinflussen müsse, haben Kleinow[20]) und insbesondere A. Wichert[21]) veranlaßt, die durch R. Sanzin[22]) bekanntgegebenen Resultate über den Fahrwiderstand der Mittenwaldbahnlokomotiven demgemäß zu erklären. Weiterhin gibt Wittfeld[23]) in seinen Bauvorschlägen einer el. Einheitslokomotive den Kuppelstangenantrieb völlig auf, obwohl durch die schweizerische Praxis bewiesen ist, daß beim Einbau geeigneter elastischer Zwischenmittel die Schüttelbewegungen von Lokomotiven mit Kuppelstangenantrieb durchaus unterdrückt werden. — Fahrdrahtkonstruktionen für el. Bahnen sind einerseits durch die Bergmann-Elektrizitätswerke, mit einer bemerkenswerten, von H. Westphal[24]) geschilderten, Vielfachaufhängung, anderseits als Doppeldrahtfahrleitung, zur Verwendung von Eisenleitern, von O. Krümmling[25]) ausgebildet worden, wobei den Nachspannvorrichtungen besondere Aufmerksamkeit geschenkt wurde.

Projektierung, Bau und Betrieb elektrischer Bahnen oder zu elektrifizierender Dampfbahnen. Im Jahre 1919 tritt Amerika hinter Europa vollständig zurück.

In Europa wurde am meisten gebaut in der **Schweiz,** die aus diesem Grunde zuerst berücksichtigt werden soll. Über das bedeutende Werk der Elektrifizierung der Schweiz. Bundesbahnen hat dessen Leiter E. Huber-Stockar[26]) das schon im JB 1918 erwähnte Programm weiter erörtert und Angaben über die Baufortschritte der Elektrifizierung der Gotthardlinie, insbesondere auch über den Bau der dafür benötigten Kraftwerke Ritom und Amsteg gemacht. Von diesen Kraftwerken aus findet eine Fernübertragung von Einphasenstrom, von $16^2/_3$ Perioden bei 66 kV, in unterirdisch verlegten Einleiterkabeln statt, über die M. Dumermuth[27]) die wesentlichen Daten bekanntgegeben hat. An elektrischen Lokomotiven für die Gotthardlinie sind bereits eine größere Zahl abgeliefert und auf der neu elektrifizierten, 31 km langen Lötschberg-Zufahrtslinie Bern-Thun in Betrieb genommen worden, wie Beschreibungen der liefernden Elektrizitätsfirmen zu entnehmen ist; die Maschinenfabrik Oerlikon[28]) und die A.-G. Brown, Boveri & Cie.[29]) bringen Formen in 1 C 1, sowie in 1 B + B 1 zur Darstellung, wobei indessen die Lokomotiven der erstern Firma (Oerlikon) ausnahmslos den Antrieb mittels Kuppelrahmens aufweisen, während in den beschriebenen Lokomotiven der zweiten Firma (BBC) der Kuppelrahmen nur für die Form 1 B + B 1, der Einzelachsantrieb dagegen für die Form 1 C 1 verwendet wird, und zwar in den zwei Varianten nach Tschanz und nach der Firma BBC selbst, von denen im JB 1917 die Rede war. Im Anschluß an den Simplontunnel ist die Strecke Brig-Sitten für Drehstrom ausgerüstet und in el. Betrieb genommen worden; dabei beanspruchen namentlich die Eisenbetonmasten der Fahrleitung[30]) ein gewisses Interesse. Diese 53 km lange Strecke und der schweizerische Teil der 23 km langen Simplonstrecke Brig-Iselle werden vom Kraftwerk Massaboden, bei Brig, gespeist, dessen Installation in eingehender Weise durch H. Eggenberger und A. Dänzer[31]) beschrieben wurde. Ein weiteres Bahnkraftwerk im Wallis, das Kraftwerk Barberine[32]) der Schweiz. Bundesbahnen, ist als viertes Kraftwerk dieser Verwaltung in Ausführung genommen worden; zusammen mit dem Anschlußwerk Vernayaz wird, nach vollem Ausbau und mittels Wasserakkumulierung, die Werkverbindung Barberine-Vernayaz eine Dauerleistung von 25000 kW Einphasenenergie ermöglichen, die dem Betrieb der Bundesbahnlinien der Westschweiz dienen wird, wofür ein Werkausbau auf etwa 75000 kW erforderlich ist. Im Anschluß an die seit 1899 dreiphasig betriebene Burgdorf-Thun-Bahn ist das 15 km lange benachbarte Linienstück Rüegsau-Langnau der Emmentalbahn ebenfalls für Drehstrom elektrifiziert und in Betrieb genommen worden; dazu ist weiter eine neue, in B + B-Anordnung ausgeführte Drehstromlokomotive der A.-G. Brown, Boveri & Cie.[33]) in Dienst gestellt worden. — Die meterspurige Rhätische Bahn[34]), die wir der bedeutenden Triebmittel wegen stets unter den »Vollbahnen« berücksichtigen, hat 1919 mit den Strecken Bevers-Filisur und Davos-Filisur-Thusis weitere 75 km für Einphasenbetrieb elektrifiziert, wozu auch eine weitere 1 D 1-Lokomotive von Brown, Boveri & Cie.[35]) in Dienst genommen wurde. Nächst der Schweiz bildet die Einführung des el. Bahnbetriebes in **Frankreich** den Gegenstand eines außergewöhnlichen Interesses, und zwar im Hinblick auf die mit den Projektbeurteilungen im Zusammenhange stehenden Systemerörterungen. Zur Prüfung der seitens der drei französischen Eisenbahngesellschaften »Paris-Lyon-Méditerranée«, »Orléans« und »Midi« eingereichten Projekte der Elektrifizierung von rd. 10000 km Linien der genannten Gesellschaften ist vom französischen Bauten-Ministerium Ende 1918 eine Studienkommission unter dem Vorsitz von G. Cordier[36]) eingesetzt worden, die besonders die Frage eines einheitlichen »Systems« zu prüfen hatte. Unter den eingereichten Projekten ist in der Literatur einzig das von Sabouret[37]) bearbeitete Projekt der Orléans-Bahn näher bekannt geworden. Vom Berichterstatter A. Mauduit[38]) ist zunächst ein vorwiegend gebaute Bahnen berücksichtigender Vorbericht veröffentlicht worden, im Anschluß an den eine Studienreise von Kommissionsmitgliedern nach Nordamerika in Aussicht gestellt wurde; über die Ergebnisse dieser Studienreise und über den endgültigen Antrag deren Teilnehmer zur Wahl

von Gleichstrom von 3000 V Fahrspannung handelt dann der Schlußbericht von A. Mauduit[39]). Indessen scheint sich die Kommission[40]) eher für Gleichstrom von 2400 V Fahrspannung entscheiden zu wollen. Vom Betrieb der einphasigen Linien der »Midi«-Bahn sind durch P. Letheule[41]) weitere Mitteilungen über Schwachstrombeeinflussungen, durch J. Lhériaud[42]) über Streuströme veröffentlicht worden; es scheint uns, daß diese Veröffentlichungen dazu erfolgten, um das Abschwenken der Verwaltung dieser Bahn in das Lager der Gleichstromfreunde zu erleichtern. Nicht unabhängig von der Lösung der Systemfrage in Frankreich dürfte deren Lösung in **Belgien** sein. Von der belgischen Regierung ist eine Studienkommission unter dem Vorsitz des französischen Eisenbahnfachmannes N. Mazen[43]) gebildet worden, die in erster Linie die Elektrifizierung der Strecke Brüssel-Antwerpen zu prüfen hat. Auch in **Italien** werden weitere, lebhafte Systemerörterungen vorgenommen, wie im Vorjahr (vgl. JB 1918), an denen sich besonders »Ignis«[44]), A. Barbagelata[45]) sowie M. Semenza[46]) beteiligten; die einflußreichen Voten, wie dasjenige von Semenza, lauten entschieden zugunsten des hochgespannten Gleichstroms. Demnach muß also damit gerechnet werden, daß die zur baldigen Elektrifizierung vorgesehenen 2000 km, mit einem Budget von 200 Mill. Lire, kaum mehr wesentliche Drehstromstrecken umfassen werden. Eine Elektrifikation mit hochgespanntem Gleichstrom ist übrigens auf der 42 km langen Nebenbahn »Torino-Ciriè-Valle di Lanzo«[47]) in Ausführung begriffen; es handelt sich um 3600 V Fahrspannung, die den Gütermotorwagen mit je zwei Motoren zu 1800 V Klemmenspannung und zu 110 kW zugeführt wird. Von der Vollbahnzugförderung mit Drehstrom ist noch die eingehende Beschreibung von 6 Lokomotiven in 2 C 2-Anordnung der Maschinenfabrik Oerlikon[48]) zu erwähnen, die übereinstimmende Betriebsdaten, wie die im JB 1917 gewürdigten, von BBC ausgerüsteten Lokomotiven 2 C 2, aufweisen. Größere Elektrifikationsabsichten scheinen auch in **England** zu bestehen, wie aus einem Vortrag von R. T. Smith[49]) hervorgeht. In **Österreich** hat der Plan einer allgemeinen, die gesamte Licht-, Kraft- und Bahnversorgung umfassenden Wasserkraftausnutzung eine wahre Verwirrung in die früher bereits so gut wie getroffene Wahl der Stromart für Vollbahnbetrieb gebracht, wie aus den Äußerungen von W. Wittek[50]), K. Sachs[51]) und F. Niethammer[52]) ersichtlich ist. Demgegenüber scheinen uns die Voten von P. Dittes[53]) und von E. E. Seefehlner[54]), die nicht leichthin alle frühern, langjährigen Studien, sowie die Erkenntnis der Vorteile von Einphasenstrom von genügend niedriger Frequenz preiszugeben gewillt sind, besser begründet. In **Deutschland** beansprucht zurzeit die elektrische Zugförderung der preußischen Staatsbahnen in Schlesien das Hauptinteresse; in eingehender Weise ist die bezügliche Elektrifizierung durch E. C. Zehme[55]) dargestellt worden, während Winkler[56]) die von den SSW gebaute B + B + B-Lokomotive für den Güterzugsdienst der schlesischen Gebirgsbahnen einer Einzeldarstellung unterwirft. Die Berliner Schnellbahnprobleme haben durch Untersuchungen von E. Giese[57]) und namentlich von R. Petersen[58]) eine wertvolle Klärung gefunden. Über die Einzelheiten der geplanten elektrischen Zugförderung auf der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahn bringt ein Aufsatz von Wechmann[59]) eine Übersicht. Mit Rücksicht auf die im Hinblick auf diese Elektrifizierung von der Verwaltung angestellten Versuche über Triebgestelle mit Zahnstangenzugförderung wendet sich E. C. Zehme[60]) gegen den Plan, in den Stationen der Bahn Zahnstangenstrecken zur Zugkrafterhöhung beim Anfahren einzulegen, was einen Meinungsaustausch zwischen Wechmann und Zehme[61]) zur Folge hatte. Aus **Holland** sind bemerkenswerte Angaben über die Betriebserfahrungen der el. Lokalbahn Rotterdam-Haag[62]) bekannt geworden. Von **Spanien** ist die Eröffnung des ersten Teilstücks der Untergrundbahn Madrid[63]) zu erwähnen.

Unter den außereuropäischen Staaten sind selbstverständlich die **Vereinigten Staaten von Amerika** an erster Stelle zu berücksichtigen; im Berichtsjahre sind daselbst namentlich Elektrifizierungsprojekte im Dienste der Studien zur Brennstoffeinsparung erörtert worden. So sind zunächst Berechnungen von F. W.

Dietrich[64]) bekannt geworden, wonach auf den kalifornischen Eisenbahnen von 800 km Baulänge bei deren el. Betrieb mit Inanspruchnahme von 121600 kW Maximalleistung und 30400 kW Durchschnittsleistung im Jahr eine Brennöleinsparung von 1,4 Mill. kg ermöglicht würde. Die entsprechende Rechnung für die Gesamtheit der amerikanischen Bahnen haben W. B. Potter und S. D. Todd[65]) ausgeführt, laut deren für den Jahresverkehr von rd. 1,6 Billionen tkm bei el. Betrieb mit Inanspruchnahme einer Maximalleistung von 20 Mill. kW und einer Durchschnittsleistung von 4,25 Mill. kW eine Herabsetzung des Kohlenverbrauchs von 140 auf 40 Mill. t im Jahr ermöglicht würde. Die zu derartigen Projekten passenden grundsätzlichen Betrachtungen finden sich in einer Darstellung von C. Townley[66]) zum Ausdruck gebracht. — Die Inbetriebnahme neuer Vorortlinien der New York Central Rd.[67]) hat zum Bau neuer Motorwagen vom beträchtlichen Gewichte von 65 t geführt, trotz der auf nur 2 × 140 kW bemessenen Motorleistung. — Vom Betrieb der Cascadetunnels gibt M. E. Marshall[68]) interessante Daten über die Leistungen im Jahre 1918. — Von weiteren außereuropäischen Ländern liegen Angaben über Praxis und Entwicklung der elektrischen Bahnen in **Japan** vor, die wir Schiro Sano[69]) verdanken. Endlich ist die Einführung des el. Betriebs auf den Eisenbahnen von **Südafrika** durch Merz u. Mc Lellan[70]) studiert worden.

Elektrische Straßenbahnen. Die Frage der günstigsten Entfernung der Haltestellen der Straßenbahnen hat durch W. Bethge[71]) eine neue Darstellung vom betriebs- und volkswirtschaftlichen Standpunkt aus gefunden. — Von H. Engel[72]) ist das Parallelarbeiten der Gleichstrom-Reihenschlußmotoren im Bahnbetriebe einer neuen Erörterung unterzogen worden. — Eine Vielfachsteuerung einfacher Bauart für Triebfahrzeuge von Straßen- und Überlandbahnen, die auf der Straßenbahn Mailand-Monza im praktischen Betrieb erprobt wurde, beschreibt BBC[73]). Für und gegen die rein el. Bremsung von Straßenbahnen ereifern sich wiederum, wie im Vorjahre, E. Volkers[74]) und H. Sauveur[75]), während E. E. Seefehlner[76]) über die Frage der rein el. Bremsung der Straßenbahnwagen bei gleichzeitiger Behandlung eines neuzeitlichen Motorwagenentwurfs urteilt. Die A.-G. der Eisen- und Stahlwerke, vorm. Georg Fischer, Schaffhausen, baut seit 5 Jahren eine selbsttätige Kupplung für Eisenbahnfahrzeuge, die zunächst für Nebenbahnwagen und neuerdings, in einer leichteren Bauart[77]), auch für Straßenbahnwagen zur Einführung gelangt ist. Die bauliche Vereinigung dieser automatischen Kupplung mit der el. Bremsleitung ist aus einer Beschreibung von F. Largiadèr[78]) über neue Motor- und Anhängewagen der Straßenbahn Zürich zu entnehmen. — Der Quecksilberdampfgleichrichter hat im Straßenbahnbetrieb der Stadt Bern[79]) insofern zu einer bemerkenswerten Anwendung geführt, als insgesamt drei Gleichrichter von zusammen 780 kW bei 580 V im Betrieb stehen. Die Erstellerin dieser Anlage, BBC[80]), bringt in einer besonderen Veröffentlichung den Vergleich der Wirkungsgradkurven von Unterwerken mit rotierenden und solchen mit statischen Umformern für den Straßenbahnbetrieb zur Darstellung. — Als Beispiel einer größern Bahnanlage mit Straßenbahncharakter sollen endlich noch die von G. Markt[81]) beschriebenen 40 km langen schlesischen Landeseisenbahnen mit 800 V Fahrspannung genannt werden. — Eine bemerkenswerte Neukonstruktion leichter Straßenbahn-Motorwagen mit Luftbremsen wurde seitens der »Brooklyn Rapid Transit Co.«[82]) in Dienst genommen.

[1]) El. Rlwy. Jl. Bd 54, S 106, 556. — [2]) El. Rlwy. Jl. Bd 54, S 114. — [3]) O. Christiansen, Glasers Ann. Bd 85, S 25, 33, 41, 51. — [4]) F. Broussouse u. P. Demany, Techn. moderne S 313. — [5]) F. Guéry Bull. Soc. Française des Electr. S 509. — [6]) A. E. Kennelly, F. H. Achard, A. S. Dana, ETZ S 9. — [7]) E. R. Shepard, Bur. of Standards, Tech. Paper Nr 127. — El. Rlwy. Jl. Bd 53, S 172. — [8]) E. Steiner, im Verlag von Speidel & Wurzel, Zürich; Schweiz. Bauztg. Bd 74, S 191. — [9]) El. Masch.-Bau S 11, 23, 31, 52. — [10]) H. Behn-Eschenburg, Schweiz. Bauztg. Bd 74, S 84. — [11]) M. Schenkel, ETZ S 84. — [12]) R. Moser, ETZ S 123. — [13]) L. Fleischmann, ETZ S 219. — [14]) A. Blondel, Rev. Gén.

El. Bd 5, S 81. — [15]) M. Latour, Rev. Gén. El. Bd 5, S 363. — [16]) L. Monath, El. Masch.-Bau S 462, 475. — El. Kraftbetr. S 209, 217. — [17]) El. Rlwy. Jl. Bd 53, S 1143. — [18]) A. C. Couwenhoven, Verlag des Ver. D. Ing.; Z. Ver. D. Ing. S 1300. — [19]) K. E. Müller, Schweiz. Bauztg. Bd 74, S 141, 155, 169. — [20]) Kleinow, El. Kraftbetr. S 207. — [21]) A. Wichert, El. Kraftbetr. S 250. — [22]) R. Sanzin, El. Kraftbetr. S 81. — [23]) Wittfeld, Zentralbl. Bauverwaltung S 394. — [24]) H. Westphal, El. Kraftbetr. S 257, 265. — [25]) O. Krümmling, ETZ S 479. — [26]) E. Huber-Stockar, Schweiz. Bauztg. Bd 73, S 141, 174, 181. — [27]) M. Dumermuth, Schweiz. Bauztg. Bd 74, S 193, 217. — [28]) Oerlikon Per. Mitteilg. Nr 97. — [29]) Mitt. BBC S 79. — [30]) Bull. techn. Suisse Rom., S 121, 133. — [31]) H. Eggenberger u. A. Dänzer, Schweiz. Bauztg. Bd 73, S 275, 287, 301. — [32]) Schweiz. Bauztg. Bd 73, S 256. — [33]) Mitt. BBC S 93. — [34]) Schweiz. Bauztg. Bd 73, S 167; Bd 74, S 204. — [35]) Mitt. BBC S 103. — [36]) Rev. Gén. El. Bd 6, S 257. — [37]) Génie civil Bd 74, S 4. — [38]). A. Mauduit, Bull. Soc. Française des Electr. S 127, 273, 333. — Rev. Gén. El. Bd 5, S 930; Bd 6, S 25, 47. — [39]) A. Mauduit, Rev. Gén. El. Bd 6, S 277, 897, 941. — Génie civil Bd 75, S 201. — [40]) Rev. Gén. El. Bd 6, S 873. — [41]) P. Letheule, Génie civil Bd 74, S 334, 356. — [42]) J. Lhériaud, Rev. Gén. El. Bd 5, S 91. — [43]) N. Mazen, Bull. Soc. Française des Electr. S 311. — [44]) „Ignis", Elettrotecnica S 62, 98, 142. — [45]) A. Barbagelata, Elettrotecnica S 295. — [46]) M. Semenza, Elettrotecnica S 314, 339. — [47]) Elettrotecnica S 321. — [48]) Oerlikon Per. Mitt. Nr 100. — [49]) R. T. Smith, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 572. — [50]) W. Wittek, El. Masch.-Bau S 277, 412, 423. — [51]) K. Sachs, El. Masch.-Bau S 437. — [52]) F. Niethammer, El. Masch.-Bau S 509. — [53]) P. Dittes, El. Masch.-Bau S 317, 329. — [54]) E. Seefehlner, El. Kraftbetr. S 35. — [55]) E. C. Zehme, ETZ S 345, 363, 371. — [56]) Winkler, El. Kraftbetr. S 153. — [57]) E. Giese, ETZ S 386. — [58]) R. Petersen, ETZ S 424. — [59]) Wechmann, ETZ S 163. — [60]) E. C. Zehme, ETZ S 564. — [61]) Wechmann u. Zehme, ETZ S 446, 447, 642, 643. — [62]) ETZ S 272. — [63]) El. Rlwy. Jl. Bd 54, S 21. — [64]) F. W. Dietrich, Eng. News-Record, Bd 81, S 941. — [65]) W. B. Potter u. S. D. Todd, Gen. El. Rev. S 430. — El. World Bd 73, S 592. — [66]) C. Townley, Proc. Am. Inst. El. Eng. S 541. — [67]) El. Rlwy. Jl. Bd 53, S 1134. — [68]) M. E. Marshall, El. Rlwy. Jl. Bd 53, S 1217. — [69]) Schiro Sano, El. Rlwy. Jl. Bd 54, S 4. — [70]) Merz u. Mc Lellan, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 520, 578. — [71]) W. Bethge, El. Kraftbetr. S 41, 49. — [72]) H. Engel, El. Kraftbetr. S 137. — [73]) Mitt. BBC S 103. — [74]) E. Volkers, El. Kraftbetr. S 124. — [75]) H. Sauveur, El. Kraftbetr. S 161. — [76]) E. Seefehlner, El. Kraftbetr. S 185. — [77]) Schweiz. Bauztg. Bd 73, S 195. — [78]) F. Largiadèr, Schweiz. Bauztg. Bd 74, S 134. — [79]) Mitt. BBC S 248. — [80]) Mitt. BBC S 102. — [81]) G Markt, El Masch.-Bau S 293, 308, 321. — [82]) El. Rlwy. Jl. Bd 54, S 785.

Elektrische Bahnen und Fahrzeuge für besondere Zwecke.

Von Ingenieur Max Schiemann.

Elektrische Lastkarren. Eine neue, auch in Frankreich durch die Kriegsverhältnisse bedingte Kraftförderungsanlage wird von Jacques Deschamps[1]) beschrieben und hierbei die amerikanischen Vorgänge der vorhergegangenen Berichtsjahre wiederholt. Diese el. Akkumulatoren-Förderwagen sind in allen großen französischen Werken, Arsenalen und Staatswerkstätten eingeführt. Drei Gruppen sind hier unterschieden, je nach ihrer Anwendung als Selbstbelader, als solche, die einen beladenen Tisch auf- und abheben, sowie fortbewegen können oder auch mit Kran ausgerüstet sind und schließlich solche, die nur als Zuggefährt benutzt werden. Die sämtlichen Gefährte sind mit Edisonbatterien versehen. Die Schaltung bietet nichts Neues. Einige Betriebserfahrungen aus mehreren Werken werden mitgeteilt und Vergleiche mit den bisherigen Betriebsverhältnissen gezogen, die durchaus zugunsten des el. Betriebes ausfallen. Man schätzt, daß bereits 4000 solcher Gefährte in Amerika und 1000 in andern Ländern im Gebrauch sind.

Akkumulatoren-Verschiebelokomotive mit Windwerk ist eine neuartige Ausnutzungsmöglichkeit im el. Traktionsdienst bei Schienenfahrzeugen. Die Lokomotivfabrik Winterthur und Oerlikon lieferte für die Chemische Fabrik Basel eine solche Verschiebelokomotive für 250 t Zuggewicht bei 5 km/h Geschwindigkeit und 15 t Eigengewicht, welche S. Apt[2]) beschreibt. Die gleiche Zugkraftleistung wird gefordert, wenn die Lokomotive feststeht und mittels eingebauter Seilwinde Verschiebedienst abwickelt. In der Mitte der Lokomotive ist der Seilantrieb so vorgesehen, daß das Zugseil nach allen Seiten herausgeführt werden kann und über Eckrollen geführt, Nachbar- und Kreuzungsgleise bedienen, auch Drehscheiben bewegen kann. Die Zugkraft am Radumfang beträgt 1200 kg und kann bis 2100 kg steigen. Die Batterie von 3,5 t Gewicht genügt für eine 10stündige Verschubtätigkeit. Die verschiedene Anwendbarkeit der Maschine hat sich seit Jahresfrist bestens bewährt.

Grubenlokomotiven. Besonders kräftige Lokomotiven mit Akkumulatoren und auch mit elektrischer Oberleitungs-Stromzuführung für 750 cm Spur werden in El. Rev. beschrieben. Zur ausgiebigsten Adhäsionsausnutzung werden beide Achsen von einem gemeinsamen Motor mittels doppelter Zahnradübersetzung angetrieben. Die Maschinen sind sehr kurz gebaut und für drei Geschwindigkeiten eingerichtet. Die Zugkraft ist für 10 t Zuglast in der Ebene und 3 t in Steigungen 1 : 40[3]).

Der el. Straßenkraftwagen, seine Bauart und erhöhte Bedeutung für die Gegenwart beschreibt Wintermeyer[4]). Die dem el. Akkumulatorenwagen zukommende Tätigkeit liegt in der Hauptsache beim großstädtischen Betriebe und da, wo in ebenem Gelände auf guten Verkehrsstraßen ein bestimmt begrenzter Fahrplan eingehalten werden kann, der die jeweiligen Betriebslängen abhängig von den vorhandenen Ladestationen macht. Es werden die verschiedenen konstruktiven Anordnungen des bevorzugten Einmotorenantriebes, des noch in Anwendung stehenden Zweimotorenantriebes und des benzin-el. Antriebes erläutert und verglichen. Auch der im Absterben befindlichen Radmotoren wird noch gedacht. Die el. Lastwagen (Elolastwagen) und die el. Zugwagen (Elozugwagen) werden wirtschaftlich und konstruktiv beleuchtet und verglichen. Der Motorzug von W. A. Th. Müller, dessen Anhängewagenmotoren von der fahrenden Kraftstation im vorderen Zugwagen gespeist werden, wird ebenfalls erwähnt.

Der **petrol-el. Wagen** von Stevens[5]) bietet den bisher an dieser Stelle beschriebenen gleichartigen Motorfahrzeugen gegenüber keine Sonderheiten für die Berichterstattung. Er ist aus dem Bedürfnis entstanden, die starre und stoßweise Übertragung zwischen dem Benzinmotor und dem Achsenantrieb auszugleichen durch die Elastizität der el. Übertragung zwischen stromerzeugender Dynamomaschine und kraftumsetzenden Elektromotor. Der Explosionsmotor ist in gewöhnlicher Art im Vorderteil des Wagens gelagert, treibt direkt die Dynamo an. In gleicher Längsachse liegt der Motor, der durch Schneckenantrieb und Kardan die Hinterachse antreibt. Die Schaltungen werden gezeigt und Meßresultate angeführt.

Elektrischer Schiffsantrieb auf dem amerikanischen Schlachtschiff New Mexiko wird von Wingrove Bathon[6]) nach den Angaben des Admirals Griffin erläutert und durch Versuchsresultate belegt. Die Erfolge dieser elektrischen Übertragung zwischen Turbine und Schiffsschraube soll auch für weitere amerikanische Schiffsbauten maßgebend werden, obgleich England und Frankreich auf diesem Gebiete nicht vorangekommen sind. Das Schiff machte statt 21 Knoten 21,33. Auf Grund der Fahrerfolge werden 6 Schlachtschiffe für 21 Knoten und 6 Schlachtkreuzer für 35 Knoten mit gleicher Ausrüstung versehen.

2 Turbogeneratoren von je 11000 kW und 4 Induktionsmotoren für je 5000 kW mit Polwechsel arbeiten mit 24 Polen bei höchster Geschwindigkeit und 36 Polen bei 15 Knoten. Die Generatoren arbeiten mit 4442 V bei beiden und 3000 V bei einem Generator. Es werden noch Vergleiche mit anderen Schiffen gezogen.

Über den **el. Schiffsantrieb** in der amerikanischen Marine berichtet Wintermeyer[7]), daß derselbe geeignet ist, eine Betriebsstoffersparnis durch Verwendung von Dampfturbinen zu erreichen. Zum direkten Antrieb der Schiffsschraube ist die Turbine nicht geeignet. Die Übertragung durch direkt gekuppelten Generator auf einen mit der Schraube gekuppelten Elektromotor ermöglicht es, die Dampfturbine und die Schiffsschraube mit günstigster Umlaufzahl laufen zu lassen und ein veränderliches Verhältnis fast verlustlos herzustellen. Auch für die Umsteuerung gewährleistet das el. Übertragungsglied die denkbar beste Manövrierfähigkeit. — Für kleinere Leistungen verwenden die Amerikaner Gleichstrom von 220 V, für größere Drehstrom. Das Kohlenschiff Jupiter für 20000 t wird beschrieben: 5000 kW, 2000 Umläufe, 2300 V, zweipoliger Generator, 18polige Motoren je 2000 kW ermöglichen eine Geschwindigkeitsumsetzung 18 : 1. Der Jupiter hat zwei Schwesterschiffe mit dreifach Expansionsmaschinen in der Sparsamkeit für Dampf- und Kohlenverbrauch übertroffen. Daher hat Amerika weitere Schiffe mit el. Betrieb ausgerüstet. — Das amerikanische 4-Schrauben-Linienschiff Tenessee ist ähnlich gebaut[8]).

Kraftwagenbetrieb. Wintermeyer[9]) beschreibt neben dem Hauptgebiet als Kraftorgan durch Batterie und Antriebsmotor die verschiedenen Nebenfunktionen, als el. Motorzündung durch Batterien und Magnetmaschine, als el. Anwurfvorrichtung und als el. Beleuchtung und umfaßt die verschiedenen Schaltungsarten, Antriebsarten, Motortypen, Motoranordnungen, Verwendungsmöglichkeiten und Vorzüge gegenüber den Benzinautomobilen. Auch dem Müllerschen benzinel. Motorzug weiß Wintermeyer seine Vorzüge abzugewinnen, neben den Abarten des benzinel. Einzelwagens. Wintermeyer[4]) berichtet ferner, daß in Amerika die el. Motorwagen in gleicher Anzahl laufen wie die Benzinwagen und ermuntert Deutschland zur Nachahmung in wirtschaftlicher Beziehung. Da, wo die Vorbedingungen für den el. Wagen vorhanden sind, soll man ihn anwenden, also z. B. in Städten, im ebenen Gelände, auf guten Straßen, im Versorgungsgebiet der Überlandzentralen u. dgl. m.

[1]) Deschamps, Rev. Gén. El. Bd 5, S 171. — [2]) S. Apt, Schweiz. Bauztg. Bd 73, S 136. — [3]) El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 265. — [4]) Wintermeyer, Helios Fachz. S 257. — [5]) Stevens, El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 557. — [6]) Bathon, El. World Bd 73, S 7. — [7]) Wintermeyer, El. Anz. S 567. — [8]) ETZ S 22; nach Génie civ. Bd 72, S 260. — [9]) Wintermeyer, El. Anz. S 455, 459, 475, 481.

Hebezeuge, Transport- und Verladevorrichtungen.

Von Prof. Rud. Krell.

Fördermaschinen. W. Philippi[1]) behandelt ausführlich die Entwicklung des el. Fördermaschinenantriebes. Anlaß zur Einführung des el. Antriebes im Bergbau gab die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit durch Ersatz der unter Tage aufzustellenden kleinen Dampffördermaschinen durch el. betriebene Maschinen. Deutschland ging hier bahnbrechend voran und blieb bis in den Krieg hinein auf dem Gebiete der el. Fördermaschinen führend. Die Ausführung der ersten el. Fördermaschine fällt in die letzten Jahre des vorigen Jahrhunderts. Die starke Verbreitung der großen el. Fördermaschinen ist in der Hauptsache der Einführung des Ilgnersystems (Patent 1901) zuzuschreiben. Daneben kommt für große Leistungen der unmittelbare Antrieb der Steuerdynamo durch eine Dampfturbine in Frage. Für mittlere Leistungen sind im Laufe der Jahre verschiedene Systeme ausgebildet worden, von denen die wichtigsten der einfache asynchrone Drehstrommotor, die Leonardschaltung mit schwungradlosem Umformer und der Drehstrom-Kollektormotor sind. Leonardähnliche Anlagen wurden auf Hollertszug, Herdorf a. S. 1893 mit 3 m/s und auf den Arnimschen Steinkohlenwerken, Planitz 1900, mit 8,5 m/s Fördergeschwindigkeit von der AEG erstellt. Das erstemal in Europa dürfte die Leonardschaltung bei dem

trottoir roulant in Paris benutzt worden sein. Die Kaliwerke Thiederhall, A.-G., Thiede, bei Braunschweig, erhielten 1898 eine von S. & H. gebaute el. betriebene Fördermaschine. Erst die Einführung der el. Fördermaschinen auf großen Kohlenzechen brachte die Frage der günstigsten Stromart in Fluß. 1901 wurde auf Zeche Preußen II der Harpener Bergbau-A.-G., Dortmund, die erste große Drehstromfördermaschine (Nutzlast 2200 kg, Teufe 700 m, Fördergeschw. 16 m/s) aufgestellt. W. Philippi[2]) und W. A. Kußler[3]) behandeln ferner noch den Einfluß des Krieges auf die Elektrizität im Bergbau.

G. Hacault[4]) weist auf die Vorteile der el. betriebenen Fördermaschinen gegenüber den mit Dampf betriebenen hin und behandelt dann eingehend die einzelnen Teile der el. betriebenen Fördermaschinen der verschiedensten Bauarten, mit zylindrischer Trommel — zylindrischer Trommel mit Unterseil — konischer Trommel — Bobine — Köpescheibe — direktem Antrieb — Antrieb durch Zahnräder. Weiter werden Einzelheiten der Steuerung — Steuerbock — Stromunterbrecher — Anlasser — Steuerbremse — Sicherheitsbremse — Teufenzeiger — Geschwindigkeitsmesser — Retardiervorrichtung besprochen und schließlich die Systeme der Leonardschaltung, Wechselstrom-Kommutatormotoren, Dreiphasen-Asynchronmotoren eingehend untereinander verglichen.

Beachtenswert sind die Mitteilungen über eine, von der A.-G. Brown, Boveri & Co.[5]) gebaute, vereinigte Motor- und Freifallsicherheitsbremse für Schachtfördermaschinen, sowie einer el. Förderwinde[6]), in Ausführung nach dem Ward-Leonard-System. Außerdem ist auf die Auswechselung einer alten Balancier-Dampffördermaschine (Nutzlast 3,5 t, Teufe 220 m)[7]) gegen eine el. betriebene Fördermaschine fast ohne Betriebsstörung hinzuweisen. Dies wurde dadurch erreicht, daß das Maschinenhaus der neuen Maschine hinter dem der alten errichtet wurde, so daß bei Umschaltung des Betriebes nur das Umlegen der Förderseile (von Samstag auf Montag) zu erfolgen hatte.

Hütten- und Stahlwerkskrane. E. Blau[8]) bringt Beispiele neuerer el. betriebener Spezialkrane für Stahlwerke, zumeist Ausführungen der Ardeltwerke, G. m. b. H., Berlin-Eberswalde, und teilt mit, daß die erste el. betriebene Chargiermaschine in Europa 1893 für das Eisenwerk Riesa der A.-G. Lauchhammer ausgeführt wurde. — Auch J. Smith[9]) behandelt die el. betriebenen Krantypen für Stahlwerke, darunter einen Gießpfannenkran mit leicht beweglichem Wärmeschutzschild für den Kranführer. — J. P. Hodges[10]) bringt einige el. betriebene Hilfsmaschinen (Spills, Hängebahnwagen) für Bessemerwerke.

Hafen- und Werftkrane. Die Anwendung der Elektrizität im Hafen von London geht zurück bis in das Jahr 1880, zunächst nur für Beleuchtungszwecke. Erst 1893 wird ein 6 t-Handkran[11]) umgebaut für el. Betrieb durch eine Dynamo von 15 kW, und zwar mit so gutem Erfolg, daß sich die Verbreitung des el. Antriebes für Förderzwecke sehr rasch vollzieht. Zum Betriebe der Trockendockpumpen, Kühlmaschinen, feststehenden und fahrbaren Krane, Aufzüge, Getreideelevatoren usw. wurden 1917 bereits 10049000 kWh im Jahr erforderlich. Die el. Zentrale, die Pumpenstation und die verschiedenen Krane werden mit genauer Angabe der el. Ausrüstungen beschrieben. — Auch B. Cunningham[12]) kommt nach geschichtlichem Rückblick über die Entwicklung der Hebezeuge in Hafenplätzen, in dem er darauf hinweist, daß bereits 1892 in Hamburg el. betriebene Krane eingeführt waren, auf die Krane im Londoner Hafen zu sprechen. Er beschreibt eine in 56 Stück ausgeführte Krantype für die Albert-, Victoria- und Tilbury-Docks; Hubmotor 33 kW (3 t 45 m/min), Drehmotor 5 kW, Einziehmotor 2,2 kW; Gleichstrom 480 V. — C. M. Toplis[13]) zieht Vergleiche zwischen Mast- und Derrick-Kranen, Bockkranen mit Doppelauslegern und Drehkranen mit einziehbarem Ausleger auf erhöhter Fahrbahn, sowie Laufkranen und Turmdrehkranen für die Zwecke auf Schiffswerften; stellt Betrachtungen an über die richtige Tragfähigkeit dieser Krane und findet folgende Durchschnittswerte für Hubgeschwindigkeit der verschiedenen Lastgrößen 2 t 76 m/min, 3 t 60 m/min, 4 t 45 m/min, 5 t 45 m/min. Weiter wird eine hydraulische, in das el. Hubwerk eingeschaltete Bremse für schwere Ausrüstungskrane

beschrieben und bemerkt, daß in Amerika ein Werftdrehkran von 350 t Nutzlast, bei 35 m Radius im Bau befindlich ist. — H. Hubert[14]) bespricht verschiedene el. betriebene Krane, die für Kohlenverladung in den Hafenplätzen Southampton (Portaldrehkrane), Portsmouth, Buenos Aires und Oran (Temperley-Krane) und Dartmouth (Schwimmkrane) aufgestellt und für Greifer- oder Kübelbetrieb eingerichtet sind, außerdem einen Portaldrehkran für 32 t für Wagenkippung in Glasgow.

Eine beachtenswerte Verbesserung der Zentrale für eine el. betriebene Erzförderanlage, durch Einbau einer Puffermaschine[15]) zum Ausgleich der Belastung, hat die Erie Dock Co. in Cleveland, Ohio, durchgeführt. Die Zentrale, die zunächst 4 fahrbare Erzverladekrane zu versorgen hatte, bestand aus drei Gleichstrommaschinen zu je 350 kW mit Dampfmaschinenantrieb. Bei Erweiterung der Anlage durch zwei Hulett-Greifer zu je 17,5 t Fassungsvermögen wurde, anstatt einer Vergrößerung der Zentrale, der Einbau einer Schwungradpuffermaschine vorgenommen. Es wurde eine Gleichstrommaschine für 500 kW mit Wendepolen, Kompensations- und Compoundwicklung für normal 250 V bei 600 U/min aufgestellt, welche vorübergehende Belastungen von 1500 kW aufnehmen soll. Das Schwungrad hat 2,85 m Durchmesser und 1240 kg Gewicht. Durch Tourenabfall von 720 auf 580 U/min kann das Schwungrad 18500 kWh abgeben. Belastungskurven der Anlage zeigen, daß die mittlere Belastung der Generatoren, trotz Einbaus eines der großen Erzverlader, rd. auf 650 kW geblieben ist. Die maximale Belastung sank durch Einfügung der Puffermaschine von 5100 A auf 3000 A.

Stetig fördernde Transportvorrichtungen. In Dünkirchen und Rouen wurden während des Krieges zwei moderne el. betriebene Förderanlagen für Kohle und Erz mit 2 t Greiferkranen und Bandförderer für 200 t/h[16]) gebaut. Auch eine Anlage in Almeria, mit einem Förderband für 700 t/h Erz wird beschrieben. Neuartig sind bewegliche, el. betriebene Förderbänder[17]) für Verladung von Kohlen in einen für sonstige Bekohlungsvorrichtungen schwer zugänglichen Schiffsbunker usw. und auf Deck. Die kurz gehaltenen Bandförderer können leicht hintereinander aufgehängt werden und einander das Fördergut zuführen, so daß auch längere Strecken überwunden werden können. Jeder Bandförderer wird durch einen in die eine Bandscheibe eingebauten Elektromotor, dem der Strom durch ein bewegliches Kabel zugeführt wird, angetrieben. — Einen anderen Weg, der mit gutem Erfolg beschritten wurde, um Schiffsräume möglichst vollständig bis oben hin mit Kohle zu füllen, beschreibt G. Bell[18]). Es wurden fahrbare, etwa 4 t schwere, el. betriebene Kohlenschleudermaschinen aufgestellt, die die Kohle in horizontaler Richtung bis zu 18 m schleudern konnten. Dies geschah dadurch, daß die Kohle zwischen eine mit 18 m/s Umfangsgeschwindigkeit laufende Rillenrolle und einen sich dagegen legenden Gummigurt von 70 cm Breite, 1,6 cm Dicke geleitet und von dem Gurt in wagerechter Richtung abgeschleudert wird. Der Antriebsmotor ist für 22 kW bei 900 bis 1200 U/min gebaut.

Daß das Förderband mit Vorteil auch noch in engen Räumen Verwendung finden kann, zeigt Bell in seiner Beschreibung einer Maschine für den Tunnelbaubetrieb (Antriebsmotor 3 bis 3,7 kW). Auch zum Be- und Entladen von Eisenbahnwagen werden fahrbare, el. betriebene Bandförderer (Bandbreite 40 cm, Bandgeschwindigkeit 60 m/min, Kraftbedarf 1,8 kW) für Schüttgut ebenso verwendet wie fahrbare Becherwerke. — N. G. Kapp[19]) behandelt die Ansprüche, die an die verschiedenen Fördereinrichtungen zu stellen sind, und beleuchtet von diesem Gesichtspunkte aus die gebräuchlichen Beförderungsmethoden, um schließlich zu zeigen, daß die el. betriebene, automatische Hängebahn sehr anpassungsfähig ist. — P. G. Donald[20]) untersucht und widerlegt für viele Fälle die Gründe, die meist gegen die Einführung der mechanischen Güterförderung vorgebracht werden. Er weist auf geschicktere Ausnutzung der Schwerkraft hin und bringt Beispiele von Rutschrinnen und Schwerkraftrollenbahnen. Der Einbau stetig fördernder Vorrichtungen führt bisweilen zu unbefriedigenden

Ergebnissen wegen zu großer Fördergeschwindigkeit. Die Ermittlung der richtigen Fördergeschwindigkeit wird behandelt und schließlich eine Anzahl von mechanischen Gurtfördervorrichtungen und ihre Beeinflussung durch den Krieg besprochen. — G. F. Zimmer[21]) bringt Einzelheiten über Schwerkraftrollenbahnen: Abzweigungen, Zungenweichen; gibt das Gefälle zu 5° bis 2° an, wobei für schwerere Lasten das geringere Gefälle zu wählen ist. Ferner wird die zweckmäßige Einschaltung von Bandförderern in Schwerkraftrollenbahnen gezeigt. Immerschitt[22]) beschreibt eine el. betriebene, automatische Förderanlage für Klinkermaterial der Zementfabriken der A.-G. Portlandzementfabrik Laufen (Schweiz) mit 5200 kg/h Leistung, gebaut von Fühles u. Schulze, München. Die mit Bodenentleerung versehenen Förderwagen werden von einem staubdicht gekapselten 0,5 kW-Gleichstrom-Nebenschlußmotor betrieben, der durch Schaltlineal und Hebel am Ende der Fahrt umgesteuert wird; Fahrgeschwindigkeit 1,6 m/s.

Verschiedenes. Wintermeyer[23]) behandelt die neueren Selbstgreifer und Selbstgreiferwindwerke mit einem und zwei Motoren. Als Ersatz für eine hydraulische Wagenhebebühne von 35 t Gesamtbelastung und 1,8 m Hub wurde eine el. betriebene Hebebühne[24]) aufgestellt. — Der Kohlentransport mit el. Automobil (6 t)[25]) und mit 5 t bzw. 4,5 t Petroleumwagen fällt nach Vergleich über eine 4jährige Betriebszeit zugunsten des el. Wagens aus. — Der el. betriebene Teleskopbecherelevator[26]) eines Getreidelagerhauses in Liverpool, von 23,4 m größter Länge und 120 t/s Leistung wird beschrieben und die Motorleistung für die verschiedenen Bewegungen angegeben.

R. Pohl[27]) weist auf die Notwendigkeit der Erdung von Laufschienen el. betriebener, fahrbarer Krane hin und berichtet von einem Kurzschluß (120 V, 50 Per/s, Drehstrom), dem zwei Pferde zum Opfer gefallen sind.

H. Kasten[28]) sucht die Aufgaben der Elektrotechnik auf dem Gebiete der Rohrpost nicht im äußeren Antrieb der Fördergefäße — alle bisherigen Versuche in dieser Richtung haben nicht befriedigt — sondern in der Fernübertragung von Steuervorgängen, wodurch die Wirtschaftlichkeit der Rohrpostanlagen gehoben werden kann. Er bespricht die Anlagen mit Luftwechsel und mit Saugluft oder Druckluft, ferner die vielfach noch vernachlässigten Gebläsezentralen.

Es wird gezeigt, welche bedeutenden Ersparnisse im Erdölgebiet Boryslaw-Tustanowice zu erreichen sind, wenn von dem Einzeldampfantrieb für jedes, der zum Teil weit über 1000 m tiefen Bohrlöcher, übergegangen wird zu dem Gruppenantrieb mit Turbodynamozentrale[29]). 1916 wurden 780000 t Rohöl und 352000 m³ Erdgas gefördert. Die Leistung beträgt für eine Bohrmaschine rd. 60 kW und beim Kolben (Kolben durch Haspel emporziehen) rd. 148 kW. Das geförderte Erdgas reicht bei Einzelantrieb nicht aus zur Heizung der Dampfkessel und muß durch Erdöl ergänzt werden, da der Bohrbetrieb eines Schachtes 800 kg/h Dampf und der Pumpenbetrieb eines Schachtes 1200 kg/h Dampf erfordert. Bei Betrieb durch Turbinenkraftwerk ließen sich die entsprechenden Dampfverbrauchsziffern auf 180 kg/h bzw. 300 kg/h bringen. Mit 100 Bohrschächten und 50 Kolbenschächten wird eine jährliche Einsparung von 90 Mill. m³ Erdgas errechnet.

[1]) W. Philippi, ETZ S 25, 37, 57 (73). — Schweiz. Bauztg. Bd 74, S 95, 124. — [2]) W. Philippi, ETZ S 89. — [3]) W. A. Kußler, ETZ S 161. — [4]) G. Hacault, Rev. Gén. El. Bd 6, S 376, 507, 553, 585, 623. — [5]) BBC, El. Masch.-Bau S 21 (Anh.). — [6]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 752. — [7]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 570, 593. — El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 460. — [8]) E. Blau, El. Masch.-Bau S 81. — [9]) James Smith, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 355. — [10]) J. P. Hodges, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 333. — [11]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 142, 168, 192. — [12]) Brysson Cunningham, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 652. — [13]) C. M. Toplis, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 408 (s. a. 406). — [14]) H. Hubert, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 42. — [15]) El. Masch.-Bau S 8. — [16]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 696. — [17]) El. Rev. (Ldn.) Bd 83, S 272. — [18]) G. Bell, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 671. — [19]) Norman G. Kapp, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 674. — [20]) P. G. Donald, Electr. (Ldn.)

Bd 82, S 29. — [21]) G. F. Zimmer, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 33. — [22]) Immerschitt, Helios Fachz. S 161. — Wintermeyer, ETZ S 600, 610. — [24]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 692. — [25]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 45. — [26]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 694. — [27]) R. Pohl, ETZ S 439. — [28]) H. Kasten, ETZ S 452. — [29]) ETZ S 470.

Maschinenantrieb in Fabriken, Pumpen, Werkzeugmaschinen und elektrische Werkzeuge, landwirtschaftlicher Betrieb.

Von Prof. Dr.-Ing. A. Brückmann.

Maschinenantriebe. Eine bemerkenswerte Zusammenstellung der Belastungsverhältnisse verschiedener Industrien in amerikanischen Elektrizitätswerken gibt J. E. Mellet[1]), die auch auf deutsche Verhältnisse übertragen werden kann. In der folgenden Tabelle sind die Betriebe, in fünf Gruppen geordnet, zusammengestellt, wobei, bezogen auf 8760 Stunden im Jahr, Gruppe 1, umfassend Nr. 1 bis 9 einen Belastungsfaktor von 20 bis 30%, Gruppe 2, umfassend Nr. 10 bis 13 einen solchen von 30 bis 40%, Gruppe 3, umfassend Nr. 14 bis 17 einen solchen von 40 bis 50%, Gruppe 4, umfassend Nr. 18 bis 20 einen solchen von 50 bis 60% und Gruppe 5, umfassend Nr. 21 bis 23, einen solchen von 60 bis 70% aufweisen.

Nr.	Betrieb	Höchstbelastung kW	Benutzungsdauer h	Nr.	Betrieb	Höchstbelastung kW	Benutzungsdauer h
1	Wäschereien	25	1400	15	Druckereien, Buchbindereien	35	3430
2	Kühlanlagen	32	2700	16	Nahrungsmittelindustrie	75	4000
3	Radreifenfabriken	67	1760	17	Bahnwerkstätten u. Pottascheerzeugung	125	3840
4	Schuhfabriken	90	1670	18	Maschinenwerkstätten (Munition)	350	4850
5	Pumpenanlagen, industrielle	100	1800	19	Elektrische Öfen	400	5000
6	Rahmenfabriken	134	2260	20	Baumwollindustrie	2100	5230
7	Metallbettfabriken	144	2260	21	Schlachthäuser (Packräume)	76	6100
8	Düngererzeugung	330	2280	22	Sauerstoffwerke	103	6020
9	Kalkwerke	350	2290	23	Pumpenanlagen, städtische	490	6110
10	Ziegeleien	151	3180				
11	Oker- u. Barytwerke	210	2850				
12	Schafwollindustrie	210	3240				
13	Stahlwerke	2500	3200				
14	Mühlen	25	4260				

Die Benutzungsdauer ist als Quotient des gesamten Stromverbrauchs im Jahre (kWh) durch die Höchstbelastung (kW) ermittelt worden.

Pumpen und Wasserhaltungen, Brückenantriebe. In der Gegenwart besonders brauchbar erwiesen sich el. betriebene Pumpen, die auch noch unter Wasser weiterarbeiten[2]), so daß sie imstande sind, durch Minen oder Torpedos havarierte Schiffe zu lenzen. Derartige Pumpen werden von Merryweather & Sons, Greenwich, in ortsbeweglicher Form ausgeführt, wobei durch einen besonderen Hohlraum zwischen Pumpe und Motor das Eindringen von Wasser in das Motorgehäuse erschwert wird. — In den Hafenanlagen von London sind zur Bedienung der Docks[3]) zum Teil mit Gleichstrom betriebene Schleuderpumpen, die im Londoner Dock von 5 Umformern von je 1000 kW gespeist werden, zum Teil große zweiphasige Schleifringmotoren von 325 kW, 195 Umdrehungen bei 6 bis 6,6 kV, die mit rotierenden Phasenkompensatoren ausgerüstet sind, aufgestellt. Daneben findet die Elektrizität weitgehende Verwendung in den Kranbetrieben,

den Kühlhäusern und den Gefrierfleisch-Lagerhäusern. Selbststeuernde Pumpenanlagen[4]) sind dort angebracht, wo die Anlage ohne Aufsicht arbeiten muß; eine neuere Ausführung von Pumpen stellt die Bohrlochkreiselpumpe[5]) dar, die unmittelbar in das Bohrloch eingebracht werden kann. — Im Bau beweglicher Brücken[6]) findet der el. Antrieb wegen seiner vielseitigen Steuerbarkeit und der Vermeidung von Verlusten bei Betriebspausen stets weiter ausgedehnte Verwendung. Neuere Ausführungen dieser Bauart sind eine Drehbrücke von 40 m Länge und 9,4 m Breite im Ruhrorter Hafen bei der der Drehpunkt auf der einen Uferböschung angeordnet ist. Die zurzeit größte Brücke des Festlandes in Zaandam ist bei 128 m Länge des beweglichen Teils, dem sich zwei feste Teile von je 62 m Länge anschließen, als Drehbrücke mit 12 m lichter Höhe über Wasserspiegel ausgebildet. Das Gewicht des beweglichen Teiles beträgt 1500 t, eine Drehung um 90° erfordert eine Minute. Als Klappbrücke, die bei häufiger Betätigung die günstigere Lösung gegenüber der Drehbrücke darstellt, ist die Karlsbrücke in Memel ausgebildet. Hubbrücken mit Druckwasserantrieb kommen nur selten für niedrige Schiffe vor.

Fächer und Gebläse. Seit der Einführung der Turbokompressoren[7]) neben den Kolbenkompressoren[8]) erfreut sich der schnellaufende Elektromotor steigender Beliebtheit. Gleichstrommotoren werden für über 3000 bis 6000 Umdr/min ausgeführt, Drehstrommotoren dienen als zweipolige Synchronmotoren zum Antrieb von Hochofengebläsen mit 3000 Umdr/min. Zur Erhöhung der Betriebssicherheit ist auf der gleichen Welle eine Curtisturbine angeordnet, deren Dampfschieber vom Luftdruck in der Windleitung gesteuert wird, so daß sie selbsttätig einspringt, falls der Motor den erforderlichen Druck nicht aufrecht erhalten kann. Bei normalem Betrieb laufen beide Antriebsmaschinen mit; für Ausbesserungszwecke sind sie beide abkuppelbar eingerichtet.

Metallbearbeitung. Zur Steuerung der in el. Beziehung meist nicht sehr sorgfältig behandelten Werkzeugmaschinen eignet sich die Druckknopfsteuerung mit selbsttätigem Anlasser besonders gut[9]). — Stoß- und Hobelmaschinen lassen sich trotz der Schwierigkeiten des Betriebes, der abwechselnd selbsttätiges Anlassen, Umsteuern, erhöhte Rücklaufgeschwindigkeit nebst Bremsen und Einstellen verschiedener Schnittgeschwindigkeiten erfordert, sehr gut von selbsttätig gesteuerten Elektromotoren antreiben. Die Druckknöpfe werden auf einer kleinen Tafel durch biegsames Kabel ortsbeweglich gemacht, so daß von jedem beliebigen Punkt der Maschine aus die Steuerung bedient werden kann. Vergleichende Versuche ergaben bei den Bethlehem-Stahlwerken[10]) je nach Art der Bremsung für el. Bremsung 18 kW Antrieb, für mechanische Bremsung 15 kW Antrieb und Wechselräder 11 kW Antrieb: bei einer Schnittlänge von 1346 mm bzw. 1534 mm und 1839 mm zum Umsteuern 4 bzw. 3,1 und 0,95 s bei einer Spitzenlast des Motors von 50 bzw. 75 und 200% und eine durchschnittliche Leistungsaufnahme in Prozent der normalen bei voller Schnittgeschwindigkeit von 12 bzw. 10 und 68%. — Motoren für Bohrmaschinen[11]) werden in ihrer Geschwindigkeit abhängig von der Bohrtiefe gemacht, so daß mit doppelter Durchschnittsgeschwindigkeit, also in halber Zeit, gearbeitet werden kann. — Im Schiffbau[12]) findet der Elektromotor in den verschiedensten Gebieten Verwendung. — In Schmieden und Hammerwerken ist nach E. Mc. Llvried[13]) mit Ausnahme von Hämmern, die zur Erhöhung der Betriebssicherheit Einzelantrieb erhalten, der Gruppenantrieb wirtschaftlicher. Die meist mit Schwungrädern versehenen Drehstrommotoren sind durchweg besonders stark gebaute Kurzschlußmotoren mit großem Luftspalt ohne Lötverbindungen. — In Gießereien wird die Pridmoresche Formmaschine mit el. Rüttelwerk und pneumatischer Kipp- und Aushebevorrichtung[14]) verwandt, da sie fast keiner Beihilfe von Hand bedarf, so daß ein Mann imstande ist, Formkasten von etwa 1700 × 900 × 1000 mm im Gewicht von etwa 7 t zu bewältigen.

Steinbearbeitung. Gesteinsbohrmaschinen[15]) werden in leichtester Form im Gewicht von 90, 55 und 13 kg bei einem Verbrauch von 1,3, 0,9 und 0,4 kW von der AEG hergestellt. — In Zementfabriken[16]), in denen die Aufbereitungs-

maschinen mit großen Abständen aufgestellt zu sein pflegen, lohnt sich el. Kraftübertragung stets, und zwar mittels Drehstromes, da Reguliermotoren kaum in Frage kommen. Der Kraftbedarf beläuft sich bei einer Jahreserzeugung von 300000 Faß für Vormahlen und Mischen auf etwa 22 kW, für Feinmahlen 220 kW, Mischen 15 kW, für Drehöfen 44 kW, Kühltrommeln 22 kW, Kohlenstaubgebläse 22 kW und schließlich Vermahlen der Klinker zu Zement 220 kW. Bei nassen Mühlen stellt sich der Kraftbedarf 30% niedriger. — In Kalkbrennereien[17]) erfordert der Backenbrecher für 30 cm Kalkblöcke 110 kW, der Ringofen 22 kW, die Löscheinrichtung für 4 bis 5 t hydraulischen Kalk in der Stunde im ganzen 60 kW und sonstige Hilfsmaschinen etwa 16 kW.

Weberei und Faserstoffaufbereitung. Für Selfaktoren haben nach G. W. Meyer[18]) Betriebsmessungen ergeben, daß Gruppenantrieb[19]) infolge des Belastungsausgleichs zweckmäßig ist. Ein Motor von 55 kW betreibt 8 Selfaktoren von je 600 Spindeln bei 43 mm Teilung, wobei im Mittel der Kraftbedarf eines Selfaktors je nach Erzeugnis zwischen 5 und 10 kW schwankend etwa 8,5 kW beträgt; der Leerlauf der Transmission erforderte 9 kW. Die Hauptwelle läuft mit 650 Umdr., der Motor ist unter der Decke in der Mitte des Wellenstranges unmittelbar gekuppelt mit beiden Wellenenden angeordnet. Bei Kunstwolleverarbeitung ist wegen kleineren Kraftbedarfs und größerer Pausen Einzelantrieb vorzuziehen.

Berg- und Hüttenwesen, Walzwerke. Nach einer englischen Statistik[20]) waren dort im Januar 1918 im ganzen über Tage 288500 kW und 384100 kW unter Tage an Motorenleistung aufgestellt. An el. Schrämmaschinen wurden etwa 10% mehr verwandt als an Druckluftmaschinen, besonders in Schottland und York wurde von der maschinellen Kohlengewinnung vermehrter Gebrauch gemacht. — Eingehend bespricht C. Jones[21]) die Anordnung von Kabelleitungen in Bergwerken. — In den Zinngruben der malaiischen Staaten[22]) fängt die Elektrizität an, Boden zu gewinnen. Während bisher die Förderung des Abraums meist durch Druckluft mit nur etwa 20% Wirkungsgrad erfolgte, bringen die SSW[23]) Schüttelrutschen auf den Markt, bei denen ein Asynchronmotor von 5,5 kW durch Schwungradkupplung eine nicht sperrende Schnecke, die auf die Schubkurbel arbeitet, antreibt. Die Rutsche macht 50 Doppelhübe in der Minute, das Schwungrad dient zum Belastungsausgleich, da der Motor stets nur die Hälfte seiner Betriebszeit belastet läuft. In den Vereinigten Staaten von Amerika wird 16 bis 18% mehr Erdöl verbraucht als gewonnen; deshalb wurden aus Sparsamkeitsrücksichten zunächst die kalifornischen Bahnen mit el. Betrieb ausgerüstet und ferner wurde el. Sondenbetrieb, der, Tag und Nacht durchlaufend, eine günstige Belastung für das Kraftwerk darstellt, vermehrt aufgenommen[24]). Nach Betriebserfahrungen umgestellter Werke sollen sich die Betriebskosten um ein Drittel vermindert haben. In den Stahl- und Walzwerksanlagen von Witkowitz[25]) mit einer Gesamterzeugung von 400000 t Ingots im Jahr betreibt ein Gleichstromantrieb von 9500 kW Spitzenleistung bei 1000 V eine Blockstraße für Blöcke von 4 t während durchlaufende Straßen mit Drehstrommotoren für 5 kV betrieben werden. Das Panzerplattenwalzwerk für Gewichte von 80 bis 100 t besitzt einen Antrieb von 8600 kW Spitzenleistung bei ± 140 Umdr, auch die übrigen Straßen haben den verarbeiteten Querschnitten entsprechend hohe Leistungen. — In dem Liberty-Walzwerk auf den Carnegie-Stahlwerken[26]), dem die elektrische Energie vom Gaskraftwerk mit 19600 kVA geliefert wird, betreibt ein Drehstrommotor von 2950 kW bei 6,6 kV und 83,3 U/min mit Übersetzung 17 : 11 eine Triostraße für 19000 t Jahreserzeugung bei 1900 kg Blockgewicht und 43 × 1850 mm Querschnitt. Das Schwungrad auf der Motorwelle wiegt bei 5,7 m Durchmesser 55 t, die umlaufenden Motorteile wiegen 118,6 t. Beim Fassen des Walzgutes wird der Schlupf auf 9% vergrößert, während er normal 5% beträgt. — BBC[27]) führten für die S. A. des Aciéries d'Angleur in Lüttich für 3 t schwere Blöcke den el. Antrieb einer Umkehrstraße mit 13200 kW Spitzenleistung bei 60 Umdr aus. Ein Doppelmotor wird von 4 Steuerdynamos in wahlweiser Schaltung gespeist, die von 2 Drehstrommotoren

mit selbsttätiger Schlupfregelung angetrieben werden. — Einen besonders großen Gleichstromantrieb für 1,4 kV führten Siemens Brothers, Stafford[28]) aus, der, aus drei Einheiten auf gemeinsamer Welle und Grundplatte bestehend, 14000 kW leistet. Die Umdrehungszahl kann zwischen 60 und 140 in der Minute geregelt werden, der Wellendurchmesser beträgt im Lager 600 mm. Die drei Einheiten sind übereinstimmend gebaut, so daß durch beliebiges Zusammensetzen 4700, 9400 und 14000 kW erzielt werden können. Von der Gen. El. Co.[29]) wurde ein Drehstrommotor von 2200 kW ausgeführt, dessen Flüssigkeitsanlasser mittels Schleuderpumpe in Tätigkeit gesetzt wird. — Eine sehr bemerkenswerte Zusammenstellung neuerer Ausführungen von Walzenantrieben in England gibt A. P. Pyne[30]). Mittels einfacher Pfeilräder werden Übersetzungen 1:10 oder doppelt 1:50 erreicht. Die Getriebe laufen gekapselt unter umlaufendem Öl und übertragen bis zu 750 kW bei Asynchronmotorantrieb. — L. Rothera[31]) weist auf die heute noch verrachlässigten kleineren Straßen hin. Während Ilgnerumformer für Walzgut bis zu 7 t bei 700 bis 1000 mm Walzendurchmesser mit einem Verbrauch von 4500 bis 15000 kW für Stahlwerke ausgeführt werden, erfordern Messing-, Kupfer-, Nickel- und Bleiwalzwerke[32]) nur 150 bis 900 kW. Die Schwungradumformer werden dann, da nur geringer Platzbedarf in Frage kommt, meist nahe an die Straße herangelegt. — Ein Röhrenwalzwerk mit Pilgerstraße[33]) wird ohne Schwungrad durch einen Gleichstrommotor von 140 kW bei 400 V und 100 bis 200 U/min angetrieben. Die Hilfsmotoren[34]) werden zweckmäßig normalisiert nicht nur der Form nach, sondern auch in sich, so daß sie wahlweise nach rechts oder links gekuppelt bzw. rechts- oder linksläufig verwandt werden können. Drehstrommotoren müssen einen Luftspalt bis 2,5 mm erhalten, auf Kosten des Leistungsfaktors und können mit geteiltem Gehäuse und mit Statorring ausgerüstet werden, um sie ähnlich den Gleichstrommotoren einfacher ausbessern zu können. Die Wirtschaftlichkeit des el. Antriebes von Block- und Barrenscheren[35]) gegenüber dem durch Dampf oder Druckwasser läßt sich nur im Einzelfall entscheiden. Empfohlen werden Scheren mit zwei beweglichen Messern, die mit festgelagerter Kurbelwelle von der Kalker Maschinenfabrik, vorm. Breuer, Schuhmacher & Co., Köln-Kalk mit beweglicher Kurbelwelle von der Demag hergestellt werden. Die Dillinger Hütte stellte Versuche über el. Beizantrieb an, wobei sich nach A. Nolte[36]) bei doppelter Hubzahl zum Bewegen in der Beize mehr als das doppelte Gewicht der gebeizten Bleche in gleicher Zeit bei geringerem Beizverbrauch bewältigen ließ. Nach Betriebsversuchen arbeiten Dampfbeizen 16 mal so teuer als solche mit el. Antrieb.

Landwirtschaftlicher Betrieb. Zurzeit kommt für Gärtnereianlagen die Beschaffung des Nutzwassers aus eigenen Brunnen mittels Pumpanlagen an Stelle des Anschlusses an ein Wasserwerk wegen des hohen Wassergeldes wohl in Frage, selbstverständlich kann dann gleichzeitig damit eine aus geeignetem Röhrensystem bestehende Beregnungsanlage[37]) mit Druckwasser verbunden werden. In Treibhausanlagen[38]) können daneben Umlaufpumpen in der Warmwasserheizung mit Vorteil verwandt werden, so daß der Weg des Heizwassers unabhängig von der Schwerkraft gewählt werden kann und die Kessel nicht unter Flur aufgestellt zu werden brauchen. Die Anwendung der Elektrizität auf dem flachen Lande[39]) hat ohne wesentliche Neuerung eine starke Verbreitung gefunden. An Verbrauch ist für den Zentner marktfähigen Getreides zum Dreschen 0,5 kWh, d. h. für den Morgen 2,5 bis 4,5 kWh zu rechnen. Je besser der Boden, um so größer der Verbrauch, durchschnittlich wird auf den Morgen 3 bis 3,5 kWh zu rechnen sein. Als Gesamtverbrauch einschließlich Kleinmaschinen und Beleuchtung lassen sich 5 bis 6,5 kWh auf den Morgen unterm Pfluge in Rechnung setzen. — Auf den Gütern in der Gegend von Meaux[40]) hat sich elektrisches Pflügen mit dem Zweimaschinensystem und besonderem Benzinmotor zur Fortbewegung eingeführt. Für Rübenwirtschaft kommen 100, für Hafer 45 bis 47 und für Roggen 35 kWh Verbrauch auf den Hektar in Ansatz. Der el. Pflug ist aus dem früheren Arbeitsverfahren mit Zugtieren hervorgegangen;

es machen sich neuerdings jedoch Bestrebungen geltend, statt dessen die Bodenbearbeitung mittels umlaufender Maschinen zu bewerkstelligen. Der Erfolg ist jedoch noch nicht gesichert. — Der Zusammenschluß zu Genossenschaften oder, nach Ansicht Delamarres[41]) zu großen Gütern, erleichtert die el. Bodenbearbeitung; merkwürdig berührt die Mitteilung des genannten Verfassers, daß in Deutschland[42]) durch Gesetz der Grundbesitz wieder auf größere Güter zurückgeführt werden soll. — C. F. Cooke[43]) befürwortet die Einführung eines Einschienensystems mit 1,20 m Schienenhöhe über Erde als Basis des Zweimaschinenpfluges. Die Schienenstränge bleiben dauernd aufgestellt und dienen gleichzeitig zur Herstellung der Hauptdränage und zur Beförderung von Lasten. Der Vorteil dieser Anordnung ist neben leichteren Maschinen das Arbeiten mittels endlosem Seil, das nur zweieinhalbmal um jede der beiden Trommeln gewickelt ist und das Durchziehen beider Motoren gemeinsam in beiden Richtungen, dagegen sind jedoch auch Nachteile unverkennbar. Futteraufbereitungsmaschinen[44]) werden bei Neueinrichtung zweckmäßig ohne Riemen mit unmittelbar eingebautem Motor ausgeführt, für solche Maschinen, die häufig in Tätigkeit sind, ist die bekannte Motorschleife nicht geeignet, da erfahrungsgemäß die Motoren dann doch ortsfest verwandt werden.

Besondere Beachtung findet in England die Förderung des Pflanzenwuchses durch elektrische Bestrahlung[45]). Seit 13 Jahren stellt die Agricultural Electric Discharge Co. Versuche an. Die Bestrahlung wird mit 60 bis 100 kV bei 25 bis 75 W/ha ausgeführt. Die Einrichtungskosten belaufen sich im Durchschnitt auf 2200 M (Gold) für den ha, sinken aber bei über 40 ha auf 200 bis 250 M für den ha. Die erzielten Erntesteigerungen sollen sich bei Getreide auf 49% Frucht und 88% Stroh, bei Mangold auf 25%, Gurken 17%, Erdbeeren 36 bis 80%, Karotten 50% und Rüben 33% belaufen. Nur bei Leguminosen ist ein Erfolg scheinbar nicht zu erzielen. Im wesentlichen scheint die Feuchtigkeit des Klimas von Bedeutung zu sein, da ähnliche Versuche in Deutschland noch zu keinem sicheren Erfolg führten. Versuche über die Anordnung des Netzes sind im Jahr 1917 mit 2,1 m hohem Netz von 2 m Maschenweite im Jahr 1918 mit beweglichem Parallelnetz mit 3 m Abstand und bis zu 60 cm Höhe über Boden in Pontibridd auf einem Boden von 70% Ton und 30 % Sand mit bestimmter Düngung durchgeführt worden, und ergaben eine Ertragsteigerung von 17,2% im Jahr 1917 und 12,6% im Jahr 1918. Bei einem Haferfeld wurde 35% Mehrertrag an Frucht und 17% Mehrertrag an Stroh erzielt. Als Gleichrichter für 39 kV Gleichspannung diente ein mechanischer Synchrongleichrichter. An anderer Stelle wurde mit Netzhöhe von 75 cm und Abstand der Drähte von 60 cm bei einer Funkenlänge von 18 mm von Netz zu Erde mittels Quecksilberunterbrechers bei vier verschiedenen Arten von Kartoffeln[46]) eine Verringerung des Ertrages festgestellt. Durch Besprengung mit Kupfersulfat und Bestrahlen ließ sich ein deutlicher Schutz gegen Befall[47]) feststellen, vermutlich deshalb, weil die Bestrahlung das Eindringen des Sulfates in die Zellgewebe erleichtert. Eine neue, anscheinend sehr aussichtsreiche Art der Behandlung[48]), die auch in Deutschland, vielleicht neben der bekannten Uspulumbehandlung, versucht werden sollte, ist die elektrochemische. Das Saatgetreide wird in einem Elektrolyt je nach Art z. B. Weizen in Kalziumnitrat, gebadet und für die verschiedenen Sorten 3,5 bis 6 h mit schwachem Strom elektrisiert, dann vorsichtig unter Vermeidung hoher Temperaturen auf einer Malzdarre getrocknet, und muß dann innerhalb 35 Tagen gesät werden. Neben mehrfacher Ertragssteigerung soll strafferer Halm und dadurch größere Widerstandskraft gegen Witterungsunbilden erreicht sein.

Sonstige Antriebe. Im Jahre 1913 wurde die Rohrzuckerfabrik Central Amistad in Guines bei Kuba[49]) als erste mit el. Antrieb eingerichtet, sie war zunächst für die Verarbeitung von 1000 t Rohr täglich bestimmt, wurde jedoch bald darauf auf 2500 t erweitert. Für den Antrieb kommen hauptsächlich die Rohrzerkleinerungsgänge und die Zuckermühlen, hier bestehend aus zwei Doppelmahlgängen mit je 190 kW Antriebsleistung, in Frage. Für Rübenzucker-

fabriken sind: der Zentrifugenantrieb[50]), daneben Rübenschneider, Elevatoren und Pumpen für den Umlauf des Wassers in den Förderrinnen die Hauptantriebe. Zum Betrieb der Zentrifugen dienen Gleichstromverbund- oder Drehstromkurzschlußankermotoren, die beide ohne Anlasser an das Netz gelegt werden, wobei gleichzeitig mit dem Hauptschalter die Bremse betätigt wird. Um zu große Stromstöße im Netz durch Überlagerung der Anlaufströme mehrerer Zentrifugen zu vermeiden, werden Stromwächter eingebaut. — Druckereimaschinen[51]) erhalten vorzugsweise Gleichstromantrieb, erforderlichenfalls mit Mehrleitersystem, z. B. fünf Leiter mit Außenspannung von 450 V und Teilspannungen von 50, 150, 150 und 100 V mit neun Stufen von je 50 V Spannungsunterschied. Brauereien[52]) werden bei verhältnismäßig geringem Kraftbedarf ebenfalls mit el. Antrieb versehen. In einer Flugzeugfabrik[53]) in Manchester ist die bemerkenswerte Einrichtung getroffen, daß im allgemeinen Drehstrommotoren verwandt werden, nur die Reguliermotoren sind an eine besondere Gleichstromleitung, die von einem Einankerumformer gespeist wird, angeschlossen. Häufig kommt indirekter elektromotorischer Antrieb[54]) zweckmäßig zur Anwendung. Im Haushalt[55]) könnte die Elektrizität bei billigeren Preisen sehr vielseitig verwandt werden, in Speiseanstalten[56]) lohnt es sich wegen des Großbetriebes schon eher. Eine neue praktische Anordnung gestattet es, jede Haushaltsnähmaschine[57]) durch einen auf den Tisch gestellten Motor mittels Reibungsantrieb auf das Handrad, einerlei welche Bauart der Maschine vorliegt, anzutreiben. Die Anpassung an verschiedene Handraddurchmesser und die Befestigung des Motors auf die Tischplatte erfolgt einfach durch Anziehen eines Winkelhebels unter der Grundplatte des Motors.

[1]) J. E. Mellett, El. Masch.-Bau S 421. — [2]) Merryweather, El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 616. — [3]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 142, 168, 192. — [4]) El. Anz. S 467. — [5]) El. Anz. S 728. — [6]) B. Schapira, Helios Fachz. S 209. — [7]) Mitt. AEG S 127. — El. Rev. (Ldn.) Bd 83, S 416. — [8]) Mitt. AEG S 115. — [9]) A. Soulier, Rev. Gén. El. Bd 5, S 381. — G. W. Meyer, El. Anz. S 671, 677, 681. — ETZ S 197. — O. Saft, Mitt. AEG S 89. — Bauer, Mitt. BBC S 215. — Weil, Z. Ver. Dtsch. Ing. S 1141. — [10]) H. Hermanns, El. Masch.-Bau S 422. — [11]) Mitt. AEG S 150. — [12]) G. F. Mackay, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 429. — A. Henderson, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 400. — [13]) E. Mc. Llvried, El. Masch.-Bau S 217. — [14]) Stahl u. Eisen S 449. — [15]) J. Sauer, Mitt. AEG S 43. — [16]) Wintermeyer, Helios Fachz. S 43, 49. — Rev. Gén. El. Bd 6, S 55. — [17]) El. Masch.-Bau S 99. — [18]) G. W. Meyer, El. Masch.-Bau S 269. — [19]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 762. — Derichsweiler, Mitt. BBC S 195. — [20]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 108, 362. — El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 371. — [21]) C. Jones, El. Rev. (Ldn.) Bd 83, S 150, 190. — [22]) D. M. W. Hutchison u. W. J. Waite, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 744. — [23]) SSW, Z. Ver. Dtsch. Ing. S 864. — [24]) Gassaway u. Taylor, El. Masch.-Bau S 58. — [25]) El. Masch.-Bau S 326. — [26]) A. Menk u. F. L. Hunt, El. Masch.-Bau S 349. — Rev. Gén. El. Bd 5, S 726. — [27]) Mitt. BBC Schweiz. S 258. — [28]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 302. — El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 283, 340. — [29]) GEC, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 696. — El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 237. — [30]) A. P. Pyne, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 324. — [31]) L. Rothera, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 368. — [32]) Mitt. AEG S 59. — Electr. (Ldn.) Bd 82, S 307. — [33]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 303. — [34]) W. W. Wood, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 269. — [35]) Stahl u. Eisen S 1182/84. — [36]) A. Nolte, Stahl u. Eisen S 778. — [37]) P. M. Grempe, Helios Exportz. S 687. — [38]) El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 528. — [39]) A. Petri, ETZ S 561. — Buschkiel, ETZ S 369. — [40]) A. Delamarre, Rev. Gén. El. Bd 5, S 307. — [41]) A. Delamarre, Rev. Gén. El. Bd 5, S 795. — [42]) J. F. Crowley, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 252. — [43]) C. F. Crooke, El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 39. — Rev. Gén. El. Bd 5, S 567. — [44]) P. M. Grempe, Helios Fachz. S 53. — [45]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 98, 151. — El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 166. — Rev. Gén. El. Bd 5, S 897. — [46]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 374. — [47]) C. Mercier, El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 228. — [48]) H. H. Dunn, El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 89; Bd 85, S 377. — C. Mercier, Bd 84, S 118. — [49]) C. G. Hadley, El. World Bd 72, S 1022. — [50]) M. H. Lindo, Helios Fachz. S 93. — J. P. Collopy, El. World Bd 74, S 178. — [51]) G. W. Meyer, Helios Fachz. S 281. — [52]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 87. — [53]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 726. — [54]) Wintermeyer, El. Anz. S 187, 191, 199, 210. — [55]) El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 715. — [56]) El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 40, 94. — [57]) Helios Fachz. S 86.

VII. Verschiedene mechanische Anwendungen der Elektrizität.

Metallbearbeitung mittels elektrischer Erwärmung. Von Oberingenieur Chr. Krämer, Berlin. — Elektrisches Heizen und Kochen. Von Oberingenieur W. Schulz, Frankfurt a. M. — Elektrische Regelung. Von Oberingenieur Chr. Krämer, Berlin. — Elektrische Scheidung. Von Ingenieur Paul Schünemann, Eisenach.

Metallbearbeitung mittels elektrischer Erwärmung.

Von Oberingenieur Chr. Krämer.

Elektrisches Schweißen. Das allgemeine Interesse, das auf der ganzen Welt dem el. Schweißen zugewandt wurde, zeitigte eine große Zahl von Veröffentlichungen, die aber fast alle mehr oder weniger auf die Arbeiten Bezug nehmen, die im Auftrag des Ausschusses für el. Schweißen der Emergency Fleet Corporation vorgenommen wurden, und deren Ergebnisse zum größten Teil im Dezemberheft der Gen. El. Rev. (JB 1918, S 105) niedergelegt wurden. Als Auszug aus diesem Heft ist der Aufsatz von Schwarz[1]) zu betrachten. — Als neue Arbeit, besonders in wissenschaftlicher Beziehung, verdient der Aufsatz von Hudson[2]) Beachtung, der die Vorgänge des Materialtransportes im Lichtbogen zu klären versuchte. An Hand photographischer Aufnahmen stellt er fest, daß der Vorgang weder el. noch magnetischer Natur ist, sondern hervorgerufen wird durch die Expansion gebildeter Gase, wahrscheinlich Kohlenoxyd, welche das Material in Form kleiner Kügelchen von der Elektrode fort auf das Schweißstück schleudern. So erklärt sich auch, daß das el. Schweißen unabhängig von der Lage, also auch bei Decken und senkrechten Konstruktionen im Gegensatz zu Gasschweißungen ausgeführt werden kann. Als weiteres Ergebnis kann betrachtet werden, daß es günstig ist, das Elektrodenmaterial mit einem schwer schmelzbaren Überzug zu versehen, z. B. Wolfram, und ebenso daß ein Rostüberzug der Elektrode nicht entfernt werden soll. Eine weitere Überlegung zeigt aber auch, daß es möglich sein muß, andere Metalle als Eisen zu verwenden, z. B. Messing, bei welchem das Zink als gasbildender Teil wirkt. Versuche hierüber sind im Gang.

Als bemerkenswerteste Veröffentlichung kommt dann noch ein Beitrag von H. M. Hobard[3]) in Betracht, der über die wichtigsten Ergebnisse der Untersuchungen, vorgenommen vom Ausschuß für el. Schweißen, der Em. Fleet Corporation, berichtet. Er gibt eine Zusammenstellung von 35 der wichtigsten Fragen auf diesem Gebiete, die er dann der Reihe nach eingehend behandelt. — Eine reich illustrierte, eingehende Beschreibung der Entwicklung und dem gegenwärtigen Stand des el. Schweißens bringt H. S. Marquand[4]). Er gibt zunächst eine allgemeine Übersicht über die verschiedenen Arten der Metallvereinigung durch Weichlöten, Hartlöten, Nieten, dann durch Schweißen im Schmiedefeuer, mit Wasserstoff, Azetylen und el. Schweißen; er beschreibt sodann die Eigenschaften der Metalle, soweit sie beim Schweißen in Frage kommen, als Schmelzpunkt, spezifische Wärme, Oxydation, Ausdehnung, Zusammenziehen, die mechanischen Eigenschaften und ihre Veränderung durch die Bearbeitung. Dann wird die Widerstandsschweißung und die dabei verwendeten Schweißmaschinen für Punkt-, Naht- und Stumpfschweißen beschrieben, ebenso einzelne Spezialmaschinen, z. B. für Ketten, Reifen und Drähte. Dann wird das sog. »Perkussive« Schweißen von Chubb (JB 1915, S 116) erwähnt, bei welchem bekanntlich die zum Schweißen erforderliche Energie durch die Entladung eines Kondensators erzeugt wird. Dann geht der Verfasser zum Lichtbogenschweißen über. Er hält nicht viel von der Verwendung von Flußmitteln, sondern ist der Überzeugung, daß die Geschicklichkeit des Schweißers die Hauptsache ist,

eine Ansicht, die fast alle Sachverständigen teilen. Er macht auf die merkwürdige Tatsache aufmerksam, daß an der Decke und vertikal ausgeführte Schweißungen meist besser werden als horizontal ausgeführte, was er dadurch erklärt, daß bei ersteren weniger Verunreinigungen in das flüssige Metall gelangen. Nachdem er dann noch die verschiedenen Umformer für konstanten Strom beschreibt, wobei die Maschine von Westinghouse nebst Schema sich als genaue Nachbildung der von der AEG gebauten Krämerschen Maschine erweist, geht er auf die Unterschiede der Prozesse von Slavianoff, Kjellberg und der Quasi Arc Comp. ein. Es folgen Angaben über Reinigung und Bearbeitung der Kanten, sowie Anordnung zu verschweißender Eisenkonstruktionen; ferner Abbildungen ausgeführter Reparaturen. Dieser Teil ist sehr lehrreich und reichhaltig. Das maschinelle Schweißen von Granaten und Minen ist ferner erwähnt. Güte, Fehler und Fehlerquellen, Untersuchungsmethoden, Ätzproben sowie der Einfluß der Bogenlänge werden beschrieben; dabei zeigt sich, daß ein kurzer Bogen besser ist als ein langer; letzterer ergibt leicht poröse Nähte. Zum Schluß folgen noch chemische Untersuchungen des Elektrodenmaterials und verschiedener Flußmittel.

O. S. Escholz[5]) beschäftigt sich mit der sehr wichtigen Frage, ob die Güte einer Schweißnaht durch eine Prüfung ohne Zerstörung der Naht festgestellt werden kann. Er findet, daß ein geringes Überquellen des aufgetragenen Materials einen Anhaltspunkt dafür bietet und bespricht im Anschluß daran den Einfluß der Bogenlänge, des Elektrodenmaterials, seines Durchmessers und der Stromstärke. Die übrigen Veröffentlichungen, die im wesentlichen nichts Neues, aber noch manche interessante Einzelheiten bringen, seien hier noch kurz erwähnt. — Th. T. Heaton[7]), das elektrische Schweißen, ein allgemein gehaltener Vortrag vor dem Inst. of Mech. Engineers nebst anschließender Diskussion, an der sich die bekanntesten Fachmänner beteiligten. — A. M. Candy[8]), Auswahl und Anwendung el. Schweißverfahren. — Caldwell & H. B. Sayers[9]), die Entwicklung des el. Schweißens in England und Amerika, Auszug aus einem Vortrag vor dem Inst. of Civil Engineers nebst Diskussion dazu. — W. G. Abell[10]) bringt ebenfalls einen Auszug aus einem Vortrag vor demselben Institut, der sich hauptsächlich mit Festigkeits-, chemischen und mikrographischen Untersuchungen von Schweißungen beschäftigt, die von Loyds Register of Shipping vorgenommen wurden. Über Schweißen im Schiffbau und Schiffsreparaturen berichten J. R. Smith[11]) und J. H. Collie[12]), W. H. Gard[13]) und S. V. Goodall[14]) über el. Schweißen auf Kriegsschiffen.

Aufsätze von O. A. Kennyon[15]) und von R. H. Fenkhausen[16]) handeln von Lichtbogenschweißen aus einem Netz mit konstanter Spannung, aus einer Dynamo für konstante Energie, einer Dynamo für konstanten Strom und einem Wechselstromtransformator mit großer Streuung.

G. A. Hughes und R. H. Pool[17]) beleuchten die Vorteile der Punktschweißung gegenüber Nieten und die verschiedenen Arten ihrer Ausführung.

O. A. Kenyon[18]) beschreibt die Schweißeinrichtungen der Liberty-Motorenfabrik.

H. L. Unland[19]) von der G. E. C. gibt seine Erfahrungen zum besten. Er betont, daß die zu verschweißenden Teile metallisch gut rein sein müssen, dagegen hält er wenig von Flußmitteln. In einem anderen Aufsatz[20]) beschreibt er die verschiedenen Arten der Lichtbogen-Schweißung mit Gleichstrom aus einem Netz, aus Umformersätzen und aus Wechselstromnetzen in Verbindung mit Konstantstromtransformatoren. — Ein Vortrag von Candy[21]) vor dem Am. Inst. El. Eng. behandelte die Lichtbogenschweißung.

Elektrisches Schweißen als Mittel gegen die Verkehrsnot betitelt sich ein Referat von Ratschke[22]) über einen Vortrag von Wanamaker. Bei den Rock-Island-Eisenbahnen hat die Einrichtung von 33 Schweißanlagen bewirkt, daß 1400 Lokomotivtage im Jahre gewonnen wurden. Nach Vermehrung der Anlagen um das Fünffache hofft die Gesellschaft mit ihren 1600 Lokomotiven ohne Neuanschaffung den gesteigerten Verkehrsverhältnissen Rechnung tragen

zu können. Er erwähnt weiter, daß die amerikanischen Verkehrstruppen hinter der Front eine große Anzahl Schweißanlagen errichtet hatten. — Aus einem Aufsatz von F. Lasser[23]) geht hervor, daß auch die deutschen Eisenbahnwerkstätten sich bereits des el. Schweißens in ausgedehntem Maße bedienen, so die Werkstätten in Wittenberge, Nied und andere. Eine gelungene Abbildung zeigt die bereits früher erwähnte Stumpfschweißmaschine für 6000 mm² Eisenquerschnitt der Werkstätten Ponarth, die bis 200 kVA gebraucht. Besondere Aufmerksamkeit verdient auch die Erneuerung der Siederohre, bei der große Ersparnisse durch Anschweißen neuer Rohrenden erzielt werden.

Verbesserungen an el. Widerstands-Schweißmaschinen zeigt ein Patent von H. R. Woodrow[24]) zum Schweißen von Rohren und eine Nahtschweißmaschine[25]) der El. Schweiß-Maschinenfabrik Charlottenburg, bei welcher die Naht nicht durch Rollen, sondern nach Art der Punktschweißung durch ein kurzes Lineal hergestellt wird.

Elektrische Härtung. Über Härteanlagen in Eisenbahnwerkstätten berichtet K. Hilse[26]). Der Salzbadofen der AEG, der in Größen bis 400 · 400 · 500 mm ausgeführt wird bei einer Transformatorenleistung bis 100 kVA, hat sich allen anderen Einrichtungen gegenüber zum Härten von Werkzeugen und anderen Teilen als überlegen gezeigt.

Elektrische Heizung in der Industrie. Ihre Anwendung und Wichtigkeit für die Belastung der Elektrizitätswerke beschreibt Passavant[27]). So erwähnt er, daß 20 el. geheizte Setzmaschinen jährlich 80000 kWh, 10 Vergolderpressen 25000 kWh verbrauchen. Besondere Vorteile bietet die el. Erwärmung in Lack- und Farbenfabriken, doch bildet häufig der vollständige Umbau solcher Anlagen ein großes Hindernis. Abbildungen zeigen Zelluloid- und Knopfpressen im Betrieb. Der Verfasser glaubt, daß auf diesem Wege für die EWe viele Millionen kWh erzielbar seien.

Elektrisches Metallspritzverfahren. Hierüber berichten M. U. Schoop[28]) und W. Kasperowics[29]). Dieses bekannte Verfahren wurde dadurch verbessert, daß zum Niederschmelzen des zu zerstäubenden Materials nicht mehr ein Gasgebläse, sondern der el. Strom Verwendung findet. Dadurch ist es möglich, auch die schwer schmelzbaren Metalle, wie Platin, Wolfram, Molybdän als Überzugsmetalle zu verwenden. Der dabei auftretende Lichtbogen zeigte verschiedene interessante Erscheinungen. Das Verfahren vereinfacht die Handhabung der Pistole bedeutend.

[1]) E. Schwarz, El. Masch.-Bau S 389, 404. — Helios Fachz. S 329, 338. — [2]) R. G. Hudson, El. World Bd 74, S 995. — [3]) H. M. Hobard, Proc. Am. Inst. El. Eng. S 561. — [4]) H. S. Marquand, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 331, 350, 377, 468, 495, 515, 541, 566, 591, 645, 681, 705; Bd 83, S 91, 116, 139, 175, 194, 217, 281, 393. — [5]) O. S. Escholz, El. World Bd 72, S 883. — [6]) Th. T. Heaton, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 154, 177, 206, 246. — [7]) A. M. Candy, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 172, 194. — [8]) J. Caldwell u. H. B. Sayers, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 305, 381. — [9]) W. S. Abell, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 322. — [10]) J. R. Smith, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 358. — [11]) J. H. Collie, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 421. — [12]) W. H. Gard, El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 60. — [13]) S. V. Goodall, El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 304. — [14]) O. A. Kenyon, El. World Bd 73, S 167. — [15]) R. H. Fenkhausen, El. World Bd 73, S 1163. — [16]) G. A. Hughes u. R. H. Pool, El. World Bd 72, S 742; Bd 73, S 734. — [17]) O. A. Kenyon, El. World Bd 74, S 396. — [18]) H. L. Unland, El. Rlwy. Jl. Bd 54, S 581. — [19]) H. L. Unland, El. Rlwy. Jl. Bd 54, S 343. — [20]) Candy, Rev. Gén. El. Bd 6, S 51 (nach Proc. Am. Inst. El. Eng. 1918, S 1159). — [21]) Ratschke, Dingl. S 87. — [22]) F. Lasser, Mitt. AEG S 97. — [23]) H. R. Woodrow, El. Masch.-Bau S 9. — [24]) Dingl. S 119. — [25]) K. Hilse, Mitt. AEG S 104. — [26]) Passavant, Mitt. Ver. EW S 30. — [27]) M. U. Schoop, El. Masch.-Bau S 4. — [28])W. Kasperowics, ETZ S 30.

Elektrisches Heizen und Kochen.

Von Oberingenieur W. Schulz.

Allgemeines. Im Jahr 1919 wurde die Produktion für Kriegszwecke der Fabriken el. Heizgeräte wieder auf den regulären Bedarf für Haus und Industrie umgestellt. Zu den bekannten älteren Fabriken kamen eine Unzahl neuer, darunter solche, die für ihre eingestellte Fabrikation von Kriegsbedarf einen Ersatz suchten und solchen in der el. Heiztechnik vermuten, obwohl ihnen die unbedingt erforderliche Erfahrung darin nicht zur Verfügung steht. Um so notwendiger ist die Weiterausgestaltung der diesbezüglichen Vorschriften des VDE, deren richtige Einhaltung durch Kontrolle seitens der EWe und der Wiederverkäufer herbeigeführt werden muß, sowie durch die Systemprüfung seitens der zu errichtenden Prüfstelle des VDE. Während die durch die Kohlennot bedingte Rationierung des Verbrauchs el. Energie zuerst hemmend auf die Anwendung el. Heizgeräte einwirkte, führte der zunehmende Mangel an Heizstoffen zu einer erheblichen Verbreitung derselben. Den Preissteigerungen von Kohle, Holz, Gas usw. steht eine Verringerung des Heizwertes und die Bezugssperre gegenüber, während die el. Energie im Verhältnis langsamer und geringer verteuert gleichbleibenden Heizwert behielt, so daß sich das Verhältnis des Preises der Heizwerte ganz wesentlich zugunsten der el. Heizung gegenüber dem der Vorkriegszeit verschob.

Heizgeräte für den Hausbedarf. Hinsichtlich deren Konstruktion sind grundlegende Neuerungen nicht bekannt geworden. Die Anwendung el. Heizplatten hat zugenommen, obwohl die Preiserhöhung der Energie die ökonomischer arbeitenden, direkt beheizten el. Wasserkocher und Kochtöpfe begünstigen sollte. Sie steht dem allgemeinen Streben nach verbesserter Wärmewirtschaft entgegen, und es sollten fachkundige Wiederverkäufer und EWe aufklärend auf die Käufer und Stromkonsumenten einwirken. Ebenso wäre es zu begrüßen, wenn diese Mittler zwischen Erzeuger und Verbraucher ihre praktischen Erfahrungen bekannt gäben, wie es in vorbildlicher Weise von Coulon[1]) geschieht, der auf Grund seiner Erfahrungen im EW Blankenese Anforderungen an el. Kochgeräte[2]) zusammenstellt. Sie führen auf das Gebiet der Normalien des VDE hinüber, deren Neubearbeitung von der zuständigen Kommission eingeleitet ist, die auch die Schaffung eines einheitlichen Anschlußkontaktes betreibt. — Weiter geht Schneider[3]) in seinen Vorschlägen für die Normalisierung elektrischer Heizgeräte, die aber auf das Fabrikat einer Fabrik zugeschnitten sind, die jahrzehntelang bewährte Konstruktionen anderer Spezialfabriken nicht berücksichtigen und mit ihren einengenden Forderungen hemmend auf neue Fortschritte einwirken. — Über die el. Heiztechnik in den Kriegsjahren berichtet W. Schulz[4]) und über ihre voraussichtliche Entwicklung referiert in Leitsätzen Norden[5]) auf dem Stuttgarter Verbandstag des VDE, dessen Diskussion die Notwendigkeit einer sachlichen Prüfung el. Heizgeräte unterstrich. Der Metallmangel gegen Ende des Krieges führte zur Anfertigung el. Heizgeräte aus keramischen Materialien, deren Nachteile Schneider[6]) kritisiert, der auch auf fehlerhafte Konstruktion von Heißluftduschen[7]) aufmerksam macht. Jacobi[8]) beschäftigt sich mit den Betriebskosten des el. Kochens im Haushalt und schlägt vor, anstatt eines besonderen Kochtarifes den gewöhnlichen Krafttarif anzuwenden, daneben aber die Warmwasserbereitung, die einen großen Teil der Betriebskosten ausmacht, in die Nachtzeit zur Verbesserung der Zentralenbelastung zu verlegen und für sie einen niedrigen Pauschalsatz zu berechnen. — Delamarre[9]) vergleicht den Preis der Wärmeeinheit bei el. Heizung mit dem bei Gasheizung und erwartet die Gleichstellung ebenfalls von der Anwendung mit Nachtstrom gespeister Wärmespeicher-Einrichtungen. — Reinhold[10]) verspricht sich, wie schon andere vor ihm, eine Verbilligung des el. Kochens von der Kochkiste, die mit selbsttätiger Ausschaltung bei 100° C versehen ist. Sie dürfte aber, wie die früheren ähnlichen

Versuche, an dem konservativen Festhalten der Hausfrau an den gewohnten Kocheinrichtungen scheitern. — In England ist ebenfalls eine Bevorzugung der el. Heizplatte zu beobachten, die dort meist als offene, mit freistrahlenden Drahtspiralen[11]) ausgeführt wird. Durch ihre drehbare Befestigung in 2 Ständern und Anbringung eines Reflektors[12]) kann sie nach oben strahlend als Heizplatte, nach unten strahlend als Toaster und nach vorn strahlend als Heizofen benutzt werden. Dort greift man auch zu kleinen Tauchheizkörpern[13]) zurück unter dem Trugschluß, dessen Gesamtwirkungsgrad sei 100% und baut Wärmschränke[14]) mit Glühlampen als Heizkörper. — Bei el. Herden[15]) kopiert man den Kohlenherd, obwohl dessen durch die Rauchgasführung bedingte Anordnung von Bratofen und Wärmraum unbequem sind und bei el. Heizung ohne Schaden für die Wirtschaftlichkeit Bratofen, Toast- und Wärmraum von der Heizplatte getrennt und bequemer zugänglich gemacht werden können. — Auch in England wird die Forderung nach Vereinheitlichung der Geräte und ihrer Heizkörper[16]) gestellt. — Über el. Wärmkissen schreibt Trott[17]), und Heilbrun[18]) gibt einen Rückblick auf die Kriegsverwendung schmiegsamer el. Heizgeräte für Bemannung und Geräte der Flugzeuge, Luftschiffe, U-Boote usw.

Großküchen. Die durch den Krieg bedingten Änderungen der Arbeitszeit und die Ernährungsschwierigkeiten bewirkten die vermehrte Errichtung von Fabriks- und Volksküchen, bei denen mit gutem Erfolg die el. Heizung angewendet wurde. Während über diesbezügliche Neuanlagen in Deutschland nicht berichtet wurde, liegen aus England einige Beschreibungen vor. Die Carron-Company[19]) hat in einem Stahlwerk eine el. Küche für 300 bis 500 Personen errichtet für etwa 80 kW Energiebedarf, in der auch el. Raumheizung mit 72 kW durchgeführt ist, während befremdlicherweise die nötige Warmwasserbereitung in einem Anbau mit Koksfeuerung erfolgt. Neben einem Zentralherd mit 4 Backöfen, 2 Dampföfen, Wärmschrank mit Tranchierplatte sind 3 Fischkessel und 3 größere Kochkessel installiert, die, wohl bedingt durch den Sparmetallmangel, aus Gußeisen und abweichend von der üblichen runden Bauweise viereckig ausgeführt sind, was eine günstigere Anordnung der el. Heizelemente ergibt. Ebenfalls von der Carron-Company[20]) ist die el. Einrichtung der Volksküche in Erith ausgeführt mit etwa 110 kW Energiebedarf bei 350 V Drehstrom. — In der el. Volksküche zu Taunton[21]) wurden für 3000 Mahlzeiten 1011 kWh, also je rund 340 Wh verbraucht, was annähernd mit den in deutschen Großküchen ermittelten Verbrauchszahlen übereinstimmt.

Warmwasserbereitung. Über Warmwasserversorgung mittels Wärmespeicher berichtet Osten[22]) mehrjährige Betriebsergebnisse. Eine größere el. Warmwasserbereitung mit Wärmespeicherung des Nachtstromes zur Speisung der Warmwasserraumheizung eines Schulhauses[23]) ist von Brown, Boveri & Co., Baden (Schweiz), ausgeführt, wie sie in Gegenden mit billiger Wasserkraftenergie Eingang finden wird. — Umfassend schreibt über solche Anlagen und el. Dampferzeugung in der Schweiz Höhn[24]), der als Sachverständiger des Schweiz. Vereins der Dampfkesselbesitzer Gelegenheit hatte, eine Anzahl von verschiedenen Fabriken erstellter Anlagen auf Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit zu prüfen. Unentschieden ist noch, ob reine Widerstandsheizung[25]) ev. unter Mitleitung des Wassers, Elektrodenheizung[26])[37]) oder Induktionsheizung[27]) zu bevorzugen ist. Wahrscheinlich werden alle 4 Arten je nach den örtlichen Betriebs-, Wasser- und Energieverhältnissen Anwendung finden. Neben der Dampferzeugung wird auch die Dampfüberhitzung[28]) durch el. Heizung bewirkt. Bei Eindampfanlagen kann die Wirtschaftlichkeit wesentlich verbessert werden durch Anwendung des Autovaporverfahrens, das Wirth[29]) beschreibt, bei dem die abziehenden Wasserdämpfe komprimiert und ihre latente Wärme der einzudampfenden Flüssigkeit wieder zugeführt werden. Dem Energiemehraufwand für den Betrieb des Kompressors steht ein Vielfaches an zurückgewonnener Wärme gegenüber.

El. Raumheizung. Sie hat als Not- und Aushilfsheizung bei dem Brennstoffmangel weit verbreitete Anwendung gefunden, wobei ihre Vorteile der

leicht nachträglich zu installierenden Zuleitung und des Nichtgebundenseins an Schornsteine zur Geltung kamen. Sie war auch die gegebene Heizung für U-Boote. Einige Ausführungen werden beschrieben[6] [30] [36]. Die wärmetechnisch unrichtige Anordnung eines el. Heizkörpers in einem Warmwasserradiator, der die el. Heizung mit einer großen Masse belastet und deshalb erst lange nach dem Einschalten zur Wirkung bringt, ist in England wieder aufgenommen worden. Man verwendet allerdings nicht wassergefüllte, sondern Dampfradiatoren, an die unten kleine Dampfentwickler[31] mit el. Heizpatrone angebaut sind. Deren Anheizungszeit von 30 Minuten ist viel zu lang, wenn nicht eine Dauerheizung in Frage kommt. — Um auch für Einzelraumheizung billigen Nachtstrom benutzen zu können, werden el. Speicheröfen konstruiert. Zur Auswahl geeigneter Wärmeträger hat das Generalsekretariat des SEV Versuchsreihen ausgeführt[32]. Da die Regulierung el. Speicheröfen noch unbefriedigend ist, und für Raumheizung mit Nachtstrom meist größere Gebäude mit schon vorhandener Warmwasser- oder Dampfheizung in Frage kommen, dürfte die diesbezügliche Entwicklung zur Aufstellung el. Warmwasser- oder Dampfkessel mit Wärmespeicherung neben den kohlebeheizten Kesseln führen.

Das gegebene Anwendungsgebiet für Nachtstrom wäre el. Backofenheizung, wenn nicht aus sozialen Gründen die Nachtarbeit in Bäckereien in vielen Ländern verboten wäre. Es müssen deshalb auch el. Backöfen mit Wärmespeicherung versehen werden. Das Generalsekretariat des SEV berichtet über die Wirtschaftlichkeit el. Backofenbetriebes[33] und Graf[34] über eine Einrichtung zur elektrischen Beheizung vorhandener Backöfen.

El. Heizung in Gewerbe und Industrie. Sie wurde durch den Brennstoffmangel und das Streben nach verbesserter Wärmewirtschaft gefördert. In den Vereinigten Staaten von Amerika hat sich ein Komitee[35] gebildet, dem diesbezügliche Aufklärung und Werbetätigkeit obliegt. — Norden[36] weist auf ihre Notwendigkeit in der Friedenswirtschaft hin und nennt Anwendungen in der Holzbearbeitung[37], Anwendung elektrischer Heizringe[38] für Stempel und Düsenerwärmung und el. Heizschläuche[39] zur Trockenschrankbeheizung. — Allsof[40] schildert Anwendungen in der amerikanischen Industrie, Kirkgasser[41] automatische el. Trockenöfen zum Einbrennen von lackierten Metallteilen, ihre Leistungen und Betriebskosten, sowie Trockenöfen für Kerne in Gießereien und el. beheizte Sheradisiereinrichtungen. — In der Schreibmaschinenfabrik von Clark in Hartford werden ebenfalls el. Trockenöfen benutzt[42], an gleicher Stelle auch Radreifenwärmer beschrieben.

Über **el. Heizung in Laboratorien** berichtet Wernicke[43], über einen neuen selbsttätigen Temperaturregler Haagn[44], über Muffeln und Röhren-Widerstandsheizung bis 1000° Castle[45]. Tiegelschmelzöfen für Messing und Röhrenöfen zur Härtung von Stahlteilen, bei denen große Stromstärken mit niedriger Spannung direkt die Graphittiegel und Röhren durchfließen, werden in verbesserter Ausführung von Morgan[46] hergestellt.

[1]) Coulon, Mitt. Ver. EW S 93. — [2]) Coulon, Mitt. Ver. EW S 189. — El. Anz. S 525. — [3]) Schneider, El. Anz. S 667, 675. — [4]) W. Schulz, ETZ S 357. — [5]) K. Norden, ETZ S 518; Erörterung S 660. — [6]) Schneider, Mitt. Ver. EW S 209. — [7]) Mitt. Ver. EW S 284. — [8]) B. Jacobi, El. Anz. S 127. — [9]) Ach. Delamarre, Rev. Gén. El. Bd 6, S 45. — [10]) R. Reinhold, El. Anz. S 188. — [11]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 65, 389; Bd 83, S 608. — [12]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 178; Bd 83, S 285, 725. — [13]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 472; Bd 83, S 507, 608. — [14]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 222. — [15]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 118; Bd 83, S 561. — [16]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 361; Bd 83, S 608. — [17]) Trott, Helios Fachz. S 29. — [18]) R. Heilbrun, El. Kraftbetr. S 57, 65. — [19]) El. Rev. (Ldn.) Bd 83, S 563. — [20]) El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 461. — [21]) El. Rev. (Ldn.) Bd 83, S 623. — [22]) H. Osten, ETZ S 277. — [23]) El. Anz. S 200. — [24]) Höhn, Schweiz. Bauztg. Bd 74, S 233, 260, 272. — [25]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 625. — [26]) E. G. Constanz, Schweiz. Bauztg. Bd 73, S 282. — [27]) C. E. Magnusson, El. World Bd 73, S 634. — [28]) Mitt. AEG S 79. — [29]) E. Wirth, Bull. Schweiz. EV S 347. — [30]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 222; Bd 83, S 631. — [31]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 576;

Bd 83, S 454. — [32]) ETZ S 288. — [33]) Bull. Schweiz. EV S 135. — Mitt. Ver. EW S 171. — [34]) F. Graf, Bull. Schweiz. EV S 139. — [35]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 361. — [36]) K. Norden, Mitt. Ver. EW S 105. — [37]) K. Norden, Mitt. Ver. EW S 169. — [38]) Helios Fachz. S 220. — [39]) Helios Exportz. S 1459. — [40]) A. F. Allsof, El. Masch.-Bau S 51. — [41]) G. J. Kirkgasser, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 190. — [42]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 631. — [43]) K. Wernicke, Helios Exportz. S 1531, 1675. — [44]) E. Haagn, ETZ S 670. — [45]) G. C. Castle, El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 26, 173. — [46]) Morgan, El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 342.

Elektrische Regelung.

Von Oberingenieur Ch. Krämer.

Wirbelstrombremsen. Gg. Hilpert und M. Schleicher[1]) haben an der Technischen Hochschule zu Breslau unter Berücksichtigung der Arbeiten von Rüdenberg eine Wirbelstrombremse mit eisernem Bremskörper bauen lassen und sie auf das eingehendste untersucht. Die Bremse vernichtete bis 22 kW bei 17 m Umfangsgeschwindigkeit.

Magnetisch gesteuerte Entlastungsventile an Motorkompressoren. G. E. Duckett[2]) beschreibt ein derartiges Ventil mit Schaltschema, welches bewirkt, daß der Kompressor beim Anlauf entlastet ist, also nicht den Arbeitsdruck beim Anlaufen zu überwinden hat. Infolgedessen übersteigt der Anlaßstrom den Dauerstrom nicht, wie ein beigefügtes Schaubild eines Kompressors für 10 kW zeigt. Anlasser, Motor und Netz werden dadurch wesentlich geschont.

Ein ähnliches Ventil baut die British Thomson Houston Co.[3]), das sich aber noch dadurch von ersterem unterscheidet, daß auch die Abstellung bei entlastetem Kompressor geschieht. Dies soll das Getriebe schonen. Das Ventil ist aber auch so eingerichtet, daß — wie das Schaltbild zeigt — durch Umlegen eines Hilfsschalters, bei starker Beanspruchung der Anlage, wobei der Motor sehr häufig an- und abgeschaltet wurde, der Kompressor dauernd läuft und nur das Ventil entsprechend den Druckschwankungen umgestellt wird.

Elektrische Regelung des Einblasedruckes bei Dieselmotoren. H. S. Russel[4]) zeigt, daß ein besserer Wirkungsgrad bei Dieselmotoren erzielt werden kann, wenn der Einblasedruck von der Menge des einzublasenden Betriebsstoffes abhängig gemacht wird. Diese Regelung wird von Mirrlees, Bickerton u. Day auf el. Wege mit Hilfe eines Kontaktinstrumentes bewirkt, das einerseits vom Generatorstrom, anderseits von der Druckluft gesteuert wird.

Selbsttätige Wärmeregler. Die Maschinenfabrik Kaeferle[5]), Hannover, bringt eine Reguliereinrichtung auf den Markt, welche aus einem Kontaktthermometer (Bimetallstreifen) besteht, das ein magnetisch gesteuertes Ventil betätigt; die Einrichtung ist sehr einfach und kann für die verschiedensten Zwecke gebraucht werden.

Ein **Selbstverkäufer**[6]) für Gas, Wasser und Elektrizität mit einem neuartigen Grundgebührenmünzwerk gestattet die Entnahme erst nach Einzahlung einer bestimmten Grundgebühr.

Elektrische Hindernisse. W. Straus[7]) beschreibt in einem Aufsatz über die el. Kraftversorgung im Kriege hinter der Front, auch diese Einrichtungen, die bekanntlich aus an Hochspannung angeschlossenen Drahtverhauen bestanden. Zuerst wurden 4—5000 V angewandt; da diese Spannung aber zu hohe Kosten verursachte und bei Zerstörung zu hohe Stromverluste bedingte, ging man auf 1000—1500 V herab; die Vorschriften und Einrichtungen zum Schutze der eigenen Truppen gegen Unfälle werden angeführt.

[1]) Gg. Hilpert u. M. Schleicher, El. Kraftbetr. S 9. — El. Masch.-Bau S 131. — [2]) G. E. Duckett, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 504. — [3]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 676. — [4]) H. S. Russel, El. Masch.-Bau S 29. — [5]) Helios Exportz. S 1119. — [6]) El. Anz. S 298. — [7]) W. Straus, Helios Fachz. S 249.



Elektrische Scheidung.

Von Ingenieur Paul Schünemann.

Elektromagnetische Scheidung. G. W. Meyer[1]) behandelt die Anordnung des magnetischen Drehfeldes zur Aufbereitung von Erzen und Gemengen. Er weist hin auf die zurückliegenden Versuche der Amerikaner R. R. Moffath[2]) und G. D. Rogers[3]). Beide Ausführungsarten sollen keine Verbreitung gefunden haben, da die nach diesem Verfahren erzeugten magnetischen Drehfelder für die Praxis viel zu schwach waren. Bei den Erfindungen G. W. Meyers[4]) kommen ebenfalls magnetische Drehfelder zur Anwendung, doch werden durch Verwendung sog. Verdichter die Nachteile der Moffath- und Rogersschen Patente vermieden. Eingehende Versuche werden ergeben müssen, ob dieses Verfahren in der Praxis anwendbar ist. Bemerkenswert bei der Verwendung der magnetischen Drehfelder zur Aufbereitung ist folgende wichtige Erscheinung: Es werden hier in allen metallischen Teilen durch das Schneiden von Kraftlinien der Drehfelder Wirbelströme induziert, die in Wechselwirkung mit dem Drehfeld treten. Hierdurch werden auch diamagnetische Stoffe vom Drehfeld beeinflußt und eine Ausscheidung nichtmagnetischer Stoffe wird möglich, soweit sie nur eine genügende Leitfähigkeit besitzen.

Elektrostatische Scheidung. Erfreulicherweise führt sich auch die elektrostatische Scheidung in Deutschland ein. Kurz vor dem Kriege erwarb die Metallbank und Metallurgische Gesellschaft, Frankfurt a. M. die Rechte des deutschen Erfinders E. Möller, der wiederum die Auswertung der amerikanischen Cottrell-Patente für Europa besaß. Trotz der Schwierigkeiten, welche der Krieg mit sich brachte, hat obige Gesellschaft eine Anzahl Anlagen erbauen können, namentlich auf dem Gebiete der Schwefelsäureherstellung, die ja im Kriege besonders wichtig war.

Auf deutschen Werken ist das el. Gasreinigungsverfahren bisher von etwa 27 Werken angewendet worden, und zwar von 18 chemischen Fabriken und von 9 Metallhütten.

Nach dem Kriege übernahm „Lurgi" Apparatebau-Ges. m. b. H., Frankfurt a. M., eine Tochtergesellschaft der Metallbank und Metallurgischen Gesellschaft A.-G., den Vertrieb der E. G. R.-Anlagen, System Cottrell-Möller.

Fortschritte auf dem Gebiete sind neuerdings erzielt bei der Reinigung der Gase, die bei Konzentrationsanlagen der Schwefelsäureindustrie entstehen, indem aus den Säurenebeln die Schwefelsäure el. niedergeschlagen wird. Hier wird zugleich mit dem Unschädlichmachen der Gase für die Umgebung eine Schwefelsäure bis 40° Bé gewonnen. Der Grad der Reinigung ist nur eine Frage der Größe der Anlage. Wo es erforderlich war, konnte ein Wirkungsgrad von 99% und mehr erzielt werden. Auch bei der Reinigung der Abgase von Tonerde-Kalzinieröfen sind in letzter Zeit gute Resultate erzielt worden.

Eine vorzügliche Abhandlung über die el. Ausscheidung von festen und flüssigen Teilchen aus Gasen gibt Durrer[5]). An Hand zahlreicher Abbildungen stellt er die Entwicklung der elektrostatischen Scheidung zusammen und gibt am Schlusse eine Zusammenstellung der bestehenden Patente, sowie der vorhandenen Literatur.

[1]) G. W. Meyer, El. Anz. S 197. — Helios Fachz. S 81. — [2]) Moffath, DRP 50930. — [3]) G. D. Rogers, Amerik. Pat. 940282. — [4]) G. W. Meyer, DRP 297585, 298617, 307370. — DRGM 665652. — [5]) Durrer, Stahl u. Eisen S 1376—1554.

B. Elektrochemie.

VIII. Elemente und Akkumulatoren.

Elemente. Von Prof. Dr. K. Arndt, Charlottenburg. — Akkumulatoren und ihre Verwendung. Von Oberingenieur Dr. Hermann Beckmann, Berlin.

Elemente.

Von Prof. Dr. K. Arndt.

Elemente mit flüssigem Elektrolyt. Die Schuster-Patent-Gesellschaft m. b. H.[1]) hat das Diaphragma ihres Zweiflüssigkeitselementes (JB 1918, S 117) in der Art geändert, daß es im oberen Teile durchlässiger ist als unten. — Der alte Versuch, ein handliches Element aus Zink und Bleiperoxyd in verdünnter Schwefelsäure aufzubauen, wurde von der Elektrischen Spezialfabrik für Kleinbeleuchtung G. m. b. H.[2]) von neuem aufgenommen, weil das Element eine sehr hohe EMK von 2,4 V besitzt und die Bleiperoxydplatte sich leicht wieder aufladen läßt. Die Bleiplatte wird in einem Zelluloidrahmen zwischen zwei Zinkplatten gesetzt und der Zwischenraum mit Glaswolle ausgefüllt, welche die durch eine verschließbare Öffnung des Gitterrahmens eingegossene Schwefelsäure aufsaugt. Über die Zinkplatten gelegte, mit Zinksulfatlösung getränkte Tuchstreifen sollen die Säure vom Zink fernhalten, damit es sich nicht unnütz auflöst. In einer zweiten Konstruktion wird dieser Zweck durch eine besondere Gestalt des Zelluloidbehälters erstrebt, welche gestattet, durch Umkippen des Elementes die Säure in eine Seitenkammer überzuführen.

Ein **Brennstoffelement,** welches mit Kohlenoxyd gespeist wird, hat sich K. Hofmann[3]) schützen lassen. Als Elektrolyt dient Natronlauge von 5 bis 25% mit 5 bis 15% Natriumchlorid; vorteilhaft werden bis zu 0,5% Natriumthiosulfat oder Schwefelkali zugesetzt. Das Kohlenoxyd wird durch eine Düse unter die wagerechte Elektrode geleitet, welche aus Kupfer besteht, und zwar, um eine recht große Elektrodenfläche zu haben, aus mehreren Lagen von Drahtnetz oder durchlochten Blechen, deren Zwischenräume mit lockerem Kupfer ausgefüllt sind. Das Kupfer bedeckt sich allmählich mit lehmgelbem Kupferoxydulhydrat. Bei 20° zeigt das Element bis zu 1,04 V; der theoretische Wert wäre nach der thermodynamischen Rechnung von F. Auerbach[4]) etwa 1,68 V. Gelindes Erwärmen, Belichtung, elektrische Wellen oder Wechselströme fördern die Wirksamkeit dieses Elementes. — S. A. Reed[5]), welcher für sein Brennstoffelement geschmolzenen Borax mit 20% Manganperoxyd als Elektrolyt, Kohlestücken auf Graphitrost als negative Elektrode in Diaphragma, Goldblätter als positive Elektrode verwendet, gibt als EMK seines Elementes bei 935 bis 990° etwa 0,8 V an. Die Arbeitsleistung dieser Elemente ist so gering, daß nach wie vor das höchst wichtige Ziel, aus Brennstoffen unmittelbar elektrische Energie im großen zu gewinnen, als unerreicht gelten muß.

Braunstein. Braunsteinelemente. Die Hauptarbeit der Erfinder galt wieder dem Zink-Kohleelement mit Braunstein als Depolarisator. Weil Bewegen des Elektrolyts bekanntlich die EMK eines solchen Elementes mit langsam wirkendem Oxydationsmittel verbessert, so will A. Lwowski[6]) die Beutelelektrode (das Gemisch von Braunstein und dem als Leiter zugesetzten Graphit wird bekanntlich um die Kohleelektrode herumgepreßt und durch einen Beutel aus Webstoff festgehalten) durch einen elektromagnetisch oder mit Federkraft angetriebenen Mechanismus ruckweise bewegen.

Das Zink für galvanische Elemente soll nach R. Job und F. F. White[7]) höchstens 0,1% Eisen und 0,5% Blei und wenigstens 2% Quecksilber enthalten. Bei der näheren Untersuchung eines Zinks, welches trotz 2,26% Quecksilber ein sich rasch polarisierendes Element ergab, fanden sie, daß die Oberflächenschicht des Zinkbarrens nur 0,64% Quecksilber enthielt. Vermutlich hatte sich wegen zu hoher Temperatur bei der Herstellung des Barrens ein Teil des Quecksilbers verflüchtigt.

Durch die Knappheit an Lot und vielen anderen Stoffen wurden während des Weltkrieges allerlei Neuerungen hervorgerufen. R. Böhringer[8]) ersetzt das Zinkblech durch ein Gewebe, auf dessen eine Seite er geschmolzenes Zink spritzt. Er tränkt dann das Gewebe mit dem Elektrolyt und wickelt es mit der von Zink freien Seite um die Puppe (so nennt man die Beutelelektrode in der Elementindustrie). Zur Stromableitung dienen einige aus dem Gewebe herausragende, mit Zink bedeckte Fäden. — P. Schmidt und A. Schwieger[9]) ersparen sich das Löten dadurch, daß sie den Becher aus Zinkband spiralig wickeln und die Fugen durch Aufspritzen von Zink dichten. — W. Friedrich[10]) umwickelt das zum Zylinder zusammengebogene Zinkblech mit Papier, das mit Asphalt u. dgl. getränkt ist, setzt als Boden ein ebenso getränktes Pappscheibchen ein, welches durch Umbörteln des Papiers festgehalten wird, und dichtet diese Schutzhülle durch Pressen in der Hitze. — R. Kühn[11]) setzt den zusammengebogenen Zinkzylinder in einen Pappbecher ein und befestigt den Ableitungsstreifen nicht durch Löten, sondern durch herausgestanzte Haken, die sich am Zink festklammern. — Auch die Verbindung zwischen den benachbarten Elementen der Batterie wird von H. Reik[12]) ohne Löten bewerkstelligt, indem er den U-förmig gebogenen Zinkstreifen durch einen übergestreiften Ring auf den Kopf des Kohlestabes preßt.

Aufbau der Elemente. Zum Verschließen des Elementes preßt die Elektrizitätsgesellschaft Cäsar Vogt m. b. H.[13]) eine Anzahl paraffinierter Pappscheiben oben in den Zinkzylinder und dichtet durch Erwärmen diesen Verschluß ab. Sie setzt ferner jeden Becher in ein aus Kreuzlappen zusammengebogenes Zelluloidkästchen ein, weil die übliche Papphülle beim Feuchtwerden einen Nebenschluß bildet, durch den sich die ruhende Batterie entlädt.

Elemente von sehr langer Lagerfähigkeit gewinnt man dadurch, daß man sie unter Ausschluß von Wasser herstellt und erst zum Gebrauch durch Einfüllen von Wasser betriebsfertig macht. Bei solchen „Lagerelementen“, deren Puppe mit Fließpapier umhüllt dicht in den Zinkzylinder eingesetzt wird, machte nun die Elektrotechnische Fabrik Schmidt & Co.[14]) die unangenehme Erfahrung, daß die Elemente im Betrieb oft Schlechtes leisteten, weil sich die Zinkwand mit einem dichten Filz von Papierfasern bekleidet hatte. Sie vermeidet dies, indem sie die in Papier gehüllten Puppen mit Mehl einreibt. — Eine unbegrenzte Lagerfähigkeit will W. Venier[15]) dadurch erreichen, daß er der Erregermasse Harz und Fett zusetzt. Er mischt z. B. 1 bis 2 Teile Chlorammonium mit 5 bis 20 Teilen Mehl oder $\frac{1}{4}$ bis 2 Teilen Zinkchlorid mit Tragant, 5 bis 20% Fett, Harz oder Paraffin. Diesen Teig wälzt er aus, legt ihn um die Kohle und trocknet in der Wärme; das Harz oder Paraffin schmilzt und umhüllt die Erregermasse.

Um zu verhüten, daß gebrauchte Batterien mit ungebrauchten vertauscht werden, führt die Elektrizitätsgesellschaft Cäsar Vogt m. b. H.[16]) die Stromableitungen über die Drehachse eines die Batterie schließenden Klapp-

deckels und überklebt sie dort mit einem Sicherungsstreifen, welcher vom Benutzer abgerissen werden muß. Dagegen können die Elemente am Lager ohne weiteres geprüft werden, wenn man den Deckel aufklappt.

Nicht selten bricht der Ableitungsstreifen am Kohlenpol der Batterie ab, z. B. wenn man ihn zum Einsetzen in die Taschenlampe etwas unvorsichtig biegt. Um trotzdem die Batterie benutzen zu können, hat E. Jacobi[17]) einen Metallstreifen derart gebogen, daß er sich an die Schmalseite der Batterie unten und oben festklammert und mit einer ausgestanzten Zunge gegen den Kopf der Kohle drückt.

Eine Reihe von Erfindern bezweckt die Herstellung der Taschenbatterien bequemer zu gestalten und den Ausschuß zu verringern. Ein von F. Christ[18]) angegebenes Hebelwerk soll das Tränken der Kohlenköpfe mit Paraffin reihenweise besorgen. Die Maschine zur Herstellung der Puppen von F. Eisner und O. Köhler[19]) arbeitet in der Weise, daß 1. das Gemisch von Braunstein und Graphit eingeschüttet, 2. ein dünner Dorn, 3. ein dicker Dorn herabgesenkt, 4. der Kohlenstab eingeführt, 5. die Masse um den Stab gestaucht und 6. der Preßling ausgestoßen wird. Durch diese Einteilung wird gegenüber den anderen Maschinen Zeit gespart und ein besserer Kontakt zwischen Stab und Masse erzielt; ferner sind nur zwei Formen nötig, eine mit glattem Widerlager für das Beschicken und eine, deren Widerlager in der Achse durchbohrt ist, um beim Pressen den Dorn durchzulassen. Die 3. und 4. Arbeitsstufe können verbunden werden, indem schon beim Rückgange des Dornes der Kohlenstab von unten eingeschoben wird. — A. Steuding[20]) bedient sich bei seiner Maschine zum Ausstoßen der Puppe eines hohlen Stempels, welcher zunächst auf ein Holzscheibchen drückt, so daß der Kohlenstift unberührt bleibt und deshalb beim Ausstoßen nicht gelockert werden kann. Der durch eine Handkurbel gehobene Ausstoßstempel wird durch ein Gegengewicht selbsttätig in die Ausgangsstellung zurückgeführt.

Um die Puppen vor dem Einbauen auf ihre Güte zu prüfen, hat die Elektrische Spezialfabrik für Kleinbeleuchtung G. m. b. H.[21]) eine gitterartige Anordnung konstruiert, in welche eine große Anzahl Puppen gleichzeitig eingesetzt werden. Mit Hilfe eines Stiftes wird eine Puppe nach der anderen über einen Widerstand von 5 Ohm mit dem sie umgebenden Zinkzylinder verbunden und die Spannung gemessen.

Das Einfüllen des Elektrolyts will F. Christ[22]) erleichtern und gleichmäßiger gestalten. An einen hochgestellten großen Behälter, in welchem durch einen Rührer das Elektrolyt ständig durchgemischt wird, sind mit Schlauch pipettenartige Glasgefäße angeschlossen, die unten ein Kugelventil besitzen. Sobald der Arbeiter den langen, an der Ventilkugel sitzenden Glasstift auf den Boden des zu füllenden Zinkbechers stößt, tritt Elektrolyt aus.

Um die Fahnen oder Verbindungsdrähtchen an die Elemente zu löten, legt F. Böcker[23]) eine Anzahl Elemente nebeneinander in eine mit vielen Mulden versehene Holzplatte und klemmt sie durch Umlegen eines Bügels fest. Beim Zurücklegen des Bügels wird die Platte durch zwei sich aufrichtende Stützen vorn etwas angehoben, wodurch das Herausheben der Elemente erleichtert wird.

Wiedergewinnung des Braunsteins. Beim Entladen der Batterien wird der Braunstein (Mangandioxyd) in eine sauerstoffärmere Manganverbindung umgewandelt. Man kann ihn wieder brauchbar machen, indem man durch chemische Behandlung mit starken Oxydationsmitteln das Mangandioxyd zurückbildet. G. Klopstech[24]) pulvert die Masse, kocht sie mit Chlorammoniumlösung, um die Zinksalze herauszuziehen, wäscht gut aus und verwandelt unter Druck im Autoklaven oder elektrolytisch durch Hypochlorit wieder in Manganperoxyd. — F. Müller[25]) behandelt die alten Braunsteinelektroden einfach als Anoden in Salzlösung, aber mit nur 0,05 bis 0,1 A/m^2 Elektrodenfläche 1 bis 2 Wochen lang. — H. Vollenbroich[26]) frischt Elemente auf, indem er

das Elektrolyt erneuert und dabei Manganchlorür zusetzt, so daß sich beim darauffolgenden Einleiten von Gleichstrom Mangandioxyd auf der Kohlenelektrode abscheidet.

[1]) Schuster-Patent-Ges., DRP 312824. — [2]) El. Spezialfabrik für Kleinbeleuchtung, DRP 314811. — ETZ S 376. — [3]) K. Hofmann, DRP 310782. — [4]) F. Auerbach, Z. Elchemie S 82. — [5]) S. A. Reed, Trans. Am. El. Soc. Bd 33, S 89; siehe JB 1918, S 118. — [6]) A. Lwowski, DRP 311919. — [7]) R. Job u. F. F. White, Revue Met. Bd 15, S 125. — [8]) R. Böhringer, DRP 319838. — [9]) P. Schmidt u. A. Schwieger, DRP 313238. — [10]) W. Friedrich, DRP 315556. — [11]) R. Kühn, DRP 313154. — [12]) H. Reik, DRP 319560. — [13]) Elektrizitätsges. Cäsar Vogt, DRP 313275 u. 310569. — [14]) El. Fabrik Schmidt & Co., DRP 311119. — [15]) W. Venier, DRP 310865. — [16]) Elektrizitätsges. Cäsar Vogt, DRP 314603. — [17]) E. Jacobi, DRP 313298. — [18]) F. Christ, DRP 313728. — [19]) F. Eisner u. O. Köhler, DRP 311200. — [20]) A. Steuding, DRP 317001. — [21]) El. Spezialfabrik für Kleinbeleuchtung, DRP 313342. — [22]) F. Christ, DRP 313727. — [23]) F. Böcker, DRP 314912. — [24]) G. Klopstech, DRP 315335. — [25]) F. Müller, DRP 310866. — [26]) H. Vollenbroich, DRP 312266.

Akkumulatoren und ihre Verwendung.

Von Oberingenieur Dr. Hermann Beckmann.

Allgemeines und Theorie. Wie im Vorjahre, sind auch in diesem Berichtsjahre grundlegende Neuerungen an Akkumulatorenzellen nicht bekannt geworden. Die Literatur befaßt sich hauptsächlich mit der Anwendung der Akkumulatoren und deren Behandlung, um die Wirtschaftlichkeit im Gebrauch zu erhöhen, besonders im Hinblick auf die Knappheit aller Brennstoffe und Beleuchtungsmittel.

Während sich die verschiedenen Theorien über den Bleisammler gewöhnlich nur mit der chemischen Zusammensetzung der Elektroden befassen und das Elektrolyt erst in zweiter Linie in Betracht gezogen wird, hat sich Bary[1]) für die wichtige Rolle eingesetzt, welche das im Elektrolyt gelöste Bleisulfat einnimmt. Er stellt eine neue Theorie auf, die neue Tatsachen in Rechnung zieht, welche sich bei der Elektrolyse des gelösten Bleisulfats ergeben haben. In dieser Beziehung würde die Theorie der doppelten durch diejenige der einfachen Sulfatation ersetzt werden. Jedoch sei die Theorie der doppelten Sulfatation sehr anwendbar auf den Teil der nicht ausgenutzten allgemeinen Ladung, welche beginnen dürfte mit der Reduktion des PbO_2 auf der positiven Platte. Die Grenze der Entladung bis zu dem genauen Punkte, wo das ganze Oxyd in den Zustand von PbO_2 übergegangen ist, sei sehr schwer zu bestimmen und man könne verstehen, daß verschiedene Forscher in der positiven Platte Bleisulfat gefunden haben, sobald die Entladung zu weit getrieben worden oder selbst wenn diese zu schnell geschehen sei, als daß alle Teile des aktiven Materials Zeit gefunden hätten, sich in örtlichen Wechseln auszugleichen. Über das gleiche Thema verbreitet sich Ch. Féry[2]).

Im Berichtsjahr erschien in 3. Auflage das bekannte Werk von W. Bermbach: „Die Akkumulatoren, ihre Theorie, Herstellung, Behandlung und Verwendung“. Neu herausgegeben wurde von H. Paweck: „Vorlesungen über elektrische Akkumulatoren. Mit Einführung in die elektrochemische Theorie“. Es ist eine Sammlung von Vorlesungen, welche der Verfasser vor Kriegsteilnehmern gehalten hat, und als solche zu werten. Immerhin ist es dem Verfasser gelungen, eine verhältnismäßig leicht verständliche Einführung in die Elektrochemie zu geben. Auch die Ausführungen in dem praktischen Teil sind im allgemeinen wertvoll, wenn sie auch einige wichtige Zweige unberücksichtigt lassen und bedeutungslosere Einzelheiten hervorheben.

Anwendung der Akkumulatoren. Die Verbreitung der Anwendungsgebiete der Akkumulatoren hatte noch mehr als im Vorjahre unter dem Einfluß der allgemeinen Wirtschaftskrise zu leiden. Bei den unerschwinglich hohen Blei- und sonstigen Materialpreisen scheute man sich allenthalben, wenn nicht dringende Notwendigkeit vorlag, vor Anschaffung und Verwendung. Es sei denn, daß infolge der Brennstoff- und Beleuchtungsmittelnot Spezialzweige ausgebaut wurden. Einen beachtenswerten Beitrag über die Verwendung der Akkumulatoren, besonders der transportablen, im Weltkriege liefert Straus[3]) im Rahmen seines Aufsatzes über die Elektrizitätsversorgung der deutschen Front im Weltkriege. Bemerkenswert ist das Bedürfnis der Landwirtschaft nach kleinen Beleuchtungsaggregaten mit Akkumulatoren, um bei der allgemeinen Leuchtmittelnot dem Übelstand, daß ein Anschluß an eine Überlandzentrale in der Gegenwart bei den großen Entfernungen sich allzu teuer stellt, abzuhelfen. Schon vor dem Kriege ist auf diesem Gebiete gearbeitet worden, und die vorhandenen Konstruktionen wurden durch die Erfahrungen mit solchen Aggregaten an der Front verbessert. Heldt[4]) berichtet über eine solche Stromerzeugergruppe für 3 kW. Der Verbrennungsmotor für Benzol, Schweröl oder Petroleum ist mit dem Stromerzeuger zusammengebaut, der für eine Sammlerspannung von 32 V geeignet ist. Ein Zellenschalter ist bei dieser Anordnung nicht erforderlich, besondere Schaltungen verhindern ein Überladen der Batterie. Überhaupt geschehen die Vorgänge meist selbsttätig, um die Bedienung auf ein geringstes Maß herabzusetzen. Welchen Umfang die Herstellung dieser kleinen Stromerzeugergruppe in Verbindung mit Akkumulatoren im Weltkriege angenommen hat, geht aus einem Aufsatz von A. E. Flowers[5]) hervor. In den fünf Jahren des Krieges sind in den U. S. A. mehrere 100000 solcher Sätze mit entsprechenden Batterien von nicht weniger als 29 Firmen hergestellt worden. Sie wurden hauptsächlich gebraucht zum Laden der verschiedenen Batterien der Funkenstationen, und ihre Leistungen wurden durch die Zahl und Größe der Batterien bestimmt. Die Spannungen bewegten sich zwischen 115 bis 25 V, meist jedoch waren diese Aggregate für 50 V gebaut. Ausnahmsweise stellte man auch solche von 32 V für Zusatz- und Aushilfszwecke her. Sie hatten meist eine Leistung von 1,5 kW. Ihr Gewicht war so gehalten, daß zwei Mann zum Heben auf das Transportauto genügten.

Ausnutzung der Windkraft. Trotz der nicht unerheblichen Kosten für Erstellung und Unterhaltung der Anlagen tritt immer deutlicher das Bedürfnis der ländlichen Gegenden nach Windelektrizitätswerken in Verbindung mit Akkumulatoren zu Beleuchtungszwecken hervor. Über eine Neuerung auf dem Gebiete der Windelektrizitätswerke berichtet G. Sellergren[6]). Ein Windrad hebt ein Gewicht, welches wiederum, solange es in der Schwebe bleibt, einen elektrischen Generator antreibt. Hat der Wind die Normalgeschwindigkeit, für die das Rad konstruiert ist, so wird die in dem gehobenen Gewicht aufgespeicherte Arbeit durch die für den vollen Betrieb des Generators erforderte Energie genau ausgeglichen. Ist aber der Wind schwächer, so daß er der Normalgeschwindigkeit nicht entspricht, fällt das Gewicht allmählich, bis es aufschlägt, wobei der Generator stehen bleibt, bis das Gewicht von neuem in die Höchstlage gebracht worden ist. Hierauf setzt sich der Generator automatisch wieder in Betrieb und entwickelt sofort die volle Leistung. Hat der Wind hingegen eine Geschwindigkeit, die größer ist als die normale, wird das Gewicht in die Höchstlage gebracht, wobei die drehbaren Flügel automatisch geöffnet werden, so daß das Windrad stehen bleibt, während das Gewicht fällt, bis sich die Flügel wieder umstellen. Auch sehr schwache Winde können durch eine besondere Vorrichtung, die ein langsames Heben des Gewichtes gestattet, völlig ausgenutzt werden, wobei der Generator periodisch mit voller Leistung arbeitet. Eine besondere Anordnung für die selbsttätige Abstellung des Rades, wenn die Akkumulatoren aufgeladen sind, ist ebenfalls vorhanden. Nach den Zeichnungen zu urteilen, scheint der mechanische Teil sehr glücklich ausgefallen zu sein. Als besondere Vorzüge des neuen Systems hebt der Verfasser hervor: besonders wirt-

schaftliche Arbeitsweise, konstante Tourenzahl des Generators trotz verschiedener Windverhältnisse, Aufspeichern elektrischer Energie auch bei sehr schwachen Winden und völlig automatisches Arbeiten der ganzen Anlage.

Schienenfahrzeuge. Die preußischen Eisenbahnen gehen auf dem beschrittenen Wege in der Anschaffung und Indienststellung von Akkumulatorentriebwagen, mit denen sie gute Erfahrungen gemacht haben, weiter. Es ist in Aussicht genommen, zu den vorhandenen 50 dreiteilige Speichertriebwagen zu beschaffen. Ferner ist beabsichtigt, zunächst versuchsweise einige kleine Züge (etwa 10) mit auswechselbaren Speichertendern (etwa 23) einzustellen, teils für Nachbarverkehr gewerblicher Orte, teils auf Nebenbahnen und Hauptstrecken mit mäßiger Verkehrsdichte. Um leicht auswechselbar zu sein, sollen die Speichertender mit Hilfsantrieb versehen werden. Man hofft, daß bei solchen Zügen die Jahresleistung sehr hoch werden wird, weil die Ladebetriebspausen wegfallen. Die Ausführung dieses Planes ist allerdings wegen der hohen Bleipreise verzögert worden[7]). — Aus England[8]) wird über die schmalspurigen Fabriklokomotiven mit Akkumulatorenbetrieb berichtet, welche die Brush El. Engineering Co. in Loughborough für das englische Munitionsministerium während des Krieges geliefert hat. Die Batterien bestehen aus 48 Iron-Clad-Exide-Zellen in 4 Trögen. Ihre Leistung beträgt 150 Ah 5stündig. Bei einer Belastung von 3 bis 4 t leisten die Lokomotiven in der Ebene 8 km stündlich. Die Tagesleistung bei 8 h beträgt 24 km und mit einer Zwischenladung 32 km. Es sind 2 Formen ausgeführt, eine mit überdachtem Führerstand in der Mitte und eine andere mit dem Führerstand am Ende unbedacht für Innenräume. Die Lokomotiven sind sehr beliebt und führen sich immer mehr ein wegen ihrer steten Betriebsbereitschaft, einfachen Bedienung und Geruchlosigkeit.

Elektrische Boote. Die Literatur des Berichtsjahres weist kaum eine Abhandlung über den Antrieb von Booten durch Akkumulatoren auf. Die schon im Vorjahre aufgetauchte Frage des Antriebs norwegischer Fischerboote mit Hilfe von Akkumulatoren wird wieder angeschnitten[9]). Der Mangel an Betriebsstoffen für die über 10000 Motorfischerboote muß sehr dringend sein, denn der Ministerrat hat der Kammer eine Kreditforderung über 20000 Kr. vorgelegt, um an der Technischen Hochschule von Drontheim Untersuchungen zu ermöglichen, die darauf abzielen, die Elektrizität zum Antrieb von Fischerfahrzeugen zu verwenden. — Wichtig für Akkumulatorenbatterien, die zum Antrieb von größeren Fahrzeugen aller Art, besonders größeren Booten, dienen, also im Fahrzeug selbst geladen werden, sind die dabei entstehenden Explosionsgase abzuleiten und mit Luft bis unter die unschädliche Grenze zu verdünnen. Die Maschinenfabrik Thyssen & Co. in Mülheim a. d. Ruhr hat sich, wie Pradel[10]) berichtet, eine Neuerung schützen lassen, bei der der Deckel zur Zelle eine oder mehrere Kammern enthält, aus denen das Gasgemisch in die Kammern des Deckels der Nachbarzelle weitergeleitet wird. Diese Anordnung soll den Vorteil haben, daß der Einbau und Wiederausbau bei Reparaturen leicht zu bewerkstelligen ist und die ganze Anlage übersichtlich sich gestaltet. Die Bauhöhe dürfte sich freilich nicht, wie gehofft wird, wesentlich erniedrigen, da ja die Zellen wegen der Kammern höher sein müssen als andere Konstruktionen. Ob durch die großen lichten Querschnitte bei der Hintereinanderschaltung sämtlicher Zellen eine Verbesserung der Ventilationswirkung erzielt werden kann gegenüber dem bisher üblichen Nebeneinanderschalten der einzelnen Zellen an die Absaugeleitung, müßte erst die Praxis ergeben.

Elektrische Zugbeleuchtung. Über el. Zugbeleuchtung ist im Berichtsjahre Nennenswertes nicht veröffentlicht worden. Es ist allerdings bekannt, daß die deutschen Bahnen mit dem weiteren Ausbau der el. Beleuchtung ihrer Wagen beschäftigt sind. Vor allen Dingen wurden die Neubauten von D-Zug- und Schlafwagen nur mit el. Beleuchtung ausgerüstet. Auch in Dänemark und Spanien wurde die Zahl der el. beleuchteten Wagen nicht unbeträchtlich vermehrt. Bei der allgemeinen Leuchtmittelnot gehen jetzt auch viele Klein- und Privatbahnen zur el. Beleuchtung über.

Elektromobile. Die Literatur über Anwendung von Akkumulatoren zum Antrieb von schienenlosen Fahrzeugen ist erheblich ergiebiger als auf anderen in diesem Abschnitt behandelten Gebieten. Es werden immer wieder die bekannten Vorzüge des Elektromobils hervorgehoben, aber auch betont, daß die Anwendung, wenn die weitere Ausbreitung nicht geschädigt werden soll, an bestimmte Grenzen gebunden ist und gewissen Bedingungen durchaus genügen muß[11]). Der Aktionsradius darf nicht zu klein gewählt, die passende Belastung muß eingehalten werden, geeignete Einstellschuppen sollen vorhanden sein. Der Käufer darf nicht nur nach dem hohen Anschaffungspreis sehen, sondern die Ersparnisse des wirtschaftlichen Betriebes im Auge haben. Der Batterieersatz ist in die täglichen Unterhaltungskosten unbedingt mit einzusetzen, damit der Käufer nicht unerwartet vor einer großen Ausgabe bei Erneuerung der Batterie steht. F. Ayton[12]), der Sekretär des El. Vehicle Committee von Großbritannien berichtet, daß über die Güte der erstklassigen modernen Batterien immer noch Zweifel herrschen. Die Fabrikanten müssen das Publikum besser belehren und ihm sagen, die Batterien leisten unter den und den Umständen so und soviel. Sicher ist, wenn die Benzinwagen bei dem schlechten Zustande, in dem sie sich jetzt meist befinden, wirtschaftlich sind, die Elektromobile auch recht gut nutzbringend laufen können. Der Fahrbereich beträgt jetzt nach demselben Verfasser für 3-t-Wagen etwa 60 bis 65 km und für Personenwagen 110 bis 130 km. In England ist das Elektromobil so weit reif, daß an den Hauptstraßen Ladestationen errichtet werden können. Das El. Vehicle Committee of Great Britain ist mit der Normalisierung der Batterien, der Batterietröge und Aufhängung beschäftigt, da die Elektromobilfabrikation Englands nunmehr auf der Höhe steht und mit der amerikanischen in Wettbewerb treten kann. Auch die Akkumulatorenplatten sind so weit verbessert, daß sie die Erschütterungen beim Fahren gut aushalten können. — Opperman[13]) gibt einen Vergleich über die Vor- und Nachteile der Blei- und Edisonbatterien für Fahrzeuge und kommt zu dem Schluß, daß sich diese beiden Arten im praktischen Betriebe die Wage halten. In einer Kostenaufstellung legt er dar, daß bei regelmäßigem Betriebe kein Verkehrsmittel so billig ist wie das el. Fahrzeug, z. B. bei el. Waschmaschinen errechnet er, daß 3 von Pferden gezogene Maschinen erst eine elektrische ersetzen. Auch el. Kehrmaschinen stellen sich gegenüber Benzin- und Pferdewagen vorteilhafter. Bei der Midland Railway Co. haben neun el. 1½-t-Wagen in zwei Jahren ohne Unterbrechung für Jahr und Wagen etwa 48000 km zurückgelegt. Auch Opperman empfiehlt, die Batterie zugleich mit dem Ladestrom für die gefahrene Strecke von dem Elektrizitätswerk zu mieten, überhaupt das enge Zusammenarbeiten von Wagenbesitzer, Elektrizitätswerk und Wagenhersteller. — Rödiger[14]) behandelt die Frage der Lieferungswagen und gibt eine Vergleichsaufstellung über die Betriebskosten von ½ bis 1-t-Wagen mit Pferden, Verbrennungsmaschinen und el. Antrieb. — In einem anderen Aufsatz[15]) wertet derselbe Verfasser den el. Kraftwagenbetrieb in technischer, wirtschaftlicher und volkswirtschaftlicher Beziehung. — Wintermeyer[16]) gibt eine übersichtliche Zusammenstellung und Beschreibung der verschiedenen Antriebsarten der Elektromobile unter besonderer Berücksichtigung der el. Lastwagen, wie sie die deutschen Firmen herstellen. Es seien hier einige bemerkenswerte Ergebnisse von Elektromobilprüfungen wiedergegeben. Ein 2-t-Edisonwagen hat unter schwierigen Bedingungen bezüglich Steigung und Wetterverhältnissen bei 225 Arbeitsstunden in 4 Wochen 5300 tkm (einschl. Wagengewicht) und eine Strecke von 1220 km zurückgelegt. Die mittlere Stundengeschwindigkeit einschließlich Wartezeit betrug 5,35 km, die mittlere Ladung 1,15 t, Stromverbrauch 5,3 Ah/km und 1,22 Ah/tkm, die verbrauchte Ladeenergie 0,515 kWh/km und 0,118 kWh/tkm. Während der ganzen Zeit lief das Fahrzeug ohne jede Störung[17]). — Eine besonders gut gelungene Konstruktion scheint der englische „Orwell"-Wagen zu sein, den Ransomes, Sims and Jeffries, Ltd., Ipswich, herausgebracht haben[18]). Es wird von ihm behauptet, daß 60 bis 70 % der Batterie-

energie am Radumfange zur Verwertung gelangen. Zwei Hauptstrommotoren in Aluminiumgehäusen treiben bei kleineren Formen (2½ t) die Vorderräder, bei größeren die Hinterräder mittels Kette an. Von der Anwendung von Kugellagern ist ausgiebig Gebrauch gemacht worden. Besonderer Wert wurde auf die gute Aufhängung und Auswechselbarkeit der Batterie gelegt. Die Steuereinrichtungen sind sehr sorgfältig durchgearbeitet. In einer Tabelle wird über den Energieverbrauch und die Unterhaltungskosten Aufschluß gegeben. Danach verbraucht der 2½-t-Wagen zur Ladung bei 110 V Ladespannung 0,53 kWh/km, der 3½-t-Wagen 0,69 kWh/km. — In Paris ist im Berichtsjahre ein Motorzug in Betrieb gekommen[19]), der aus einem Generatorwagen und fünf motorischen Anhängern besteht. Ersterer hat eine Stromquelle von 60 kW und speist über Leitungskupplungen die el. Motoren der Anhänger, die ihrerseits, um unabhängig zu sein, mit Akkumulatorenbatterien versehen sind. — Von einer neuen Elektromobilbauart mit ganz eigenartigem Motor wird berichtet[20]). Feld und Anker dieses Motors sind umlaufend, wobei die Ankerwelle zum Antrieb des einen und die Welle der Feldlagerung zum Antrieb des anderen Wagenrades dient. Ein Ausgleichsgetriebe wird dadurch gespart. Da die Umlaufszahl zwischen Feld und Anker doppelt so hoch ist wie die tatsächliche, so wird der Aufwand an Material und Gewicht bei gegebener Leistung erniedrigt. Die Übersetzung auf die Radachsen erfolgt durch Innenverzahnung auf jeder Seite so, daß zur Gleichrichtung des Umlaufs der Wagenräder auf der einen Seite der treibende, auf der anderen der angetriebene Teil die Innenverzahnung hat. Motormitte und Radachse liegen entsprechend exzentrisch. Auch in der Bedienungseinrichtung zeigt das Fahrzeug eine Neuerung, indem das Kuppelungspedal und der Akzelerator des Benzinkraftwagens zur Betätigung sämtlicher Schaltungsvorgänge benutzt werden. Als Konstrukteur wird H. E. Dey in Jersey City genannt. — Die Vereinheitlichung im Kraftwagenbau, auch für den Betrieb der Postfahrzeuge, behandelt Ihle[21]). Die Anregung zur Vereinheitlichung ging schon während des Krieges vom Preußischen Kriegsministerium aus und bezweckt vor allem die einheitliche Bauart der Wagengestelle, so daß auch die Möglichkeit vorhanden ist, für el. Wagen dieselben Untergestelle zu verwenden. Aus einem Bericht über die durch die Deutsche Reichspost übernommene ehemalige Heereswerkstatt für Zugmaschinen in Borsigwalde bei Berlin für die Zwecke der Unterbringung und Instandhaltung der Postkraftfahrzeuge geht hervor[22]), daß im Betriebe der Reichspost zurzeit 321 Kraftfahrzeuge vorhanden sind. Darunter befinden sich 168 el. Dreiräder und 98 andere Elektromobile. — In Mailand ist unter Mitwirkung der Società Generale Italiana Accumulatori Elettrici, der Soc. Edison, der Elettrici Pirelli & Co. und verschiedener Automobilfirmen und Banken die Soc. Generale Italiana Transporti autoelettrici mit einem Anfangskapital von 2 Mill. Lire gegründet worden. Diese Gesellschaft will in erster Linie die Entleerung der Briefkästen und die Paketbestellung in Mailand übernehmen und außerdem in ganz Italien eine ausgedehnte Benutzung el. Kraftwagen mit Akkumulatorenbetrieb durchsetzen. Der Dienst in Mailand sollte schon gegen Ende des Jahres aufgenommen werden[23]). — In England hat man bekanntlich schon seit Jahren die Straßenbahn für den Versand von Paketen im Stadtgebiet nutzbar gemacht. Die Stadt Bradford ging noch einen Schritt weiter und hat einen Lieferungswagen für schienenlosen Betrieb eingestellt, der nicht nur mit einer Kontaktstange, sondern auch mit Akkumulatoren ausgerüstet ist, um auch auf oberleitungslosen Strecken fahren zu können. Ein solcher Wagen ist seit etwa drei Jahren in regelmäßigem Betrieb[24]), und die Betriebskosten sollen geringer sein als die der üblichen Benzinkraftwagen. — El., mit Edison-Akkumulatoren betriebene Lastkarren sind während des Krieges von Amerika vielfach für französische Fabriken geliefert worden[25]). — Auch Wintermeyer[16]) beschreibt ausführlich die in Amerika viel gebräuchlichen el. Rollwagen für Werkstätten. — An anderer Stelle widmet Ohl[26]) dem von der AEG gebauten, el. betriebenen Motorkarren für 1000 kg eine Abhandlung und bespricht die Wirtschaftlichkeit

dieser Fahrzeuge für Fabrikbetrieb und Eisenbahnwerkstätten. — Im Berliner Stadtbilde konnte man im Berichtsjahr ein ganz kleines vierrädriges el. Fahrzeug auftauchen sehen, das sehr niedrig und leicht gebaut und mit Fahrradrädern ausgestattet ist. Dieses Kleinelektromobil wird von Slaby-Behringer vertrieben und entnimmt seinen Strom einer Kleinbatterie von 12 Zellen, trägt nur eine Person und kann gegebenenfalls mit einem Anhänger für einen Fahrgast versehen werden. Nähere Konstruktionseinzelheiten sind noch nicht veröffentlicht, und die Wirtschaftlichkeit bzw. Sicherheit eines solchen Wagens kann erst die Praxis ergeben. Einige Veröffentlichungen befassen sich mit der Unterbringung einer größeren Anzahl von Elektromobilen und deren Ladung. — Es wird die Ladestation der El. Storage Battery Co. in Philadelphia beschrieben. Sie bietet mit einer Grundfläche von 21×30 m² in 3 Stockwerken Raum für 110 Wagen, eine Reparaturstelle für den elektrischen und eine solche für den Batterieteil der Wagen[27]). — Über die Vereinheitlichung von Ladeeinrichtungen für Akkumulatorenbatterien el. Kraftwagen veröffentlicht Rödiger[28]) eine bemerkenswerte Arbeit. An erster Stelle ist eine Anzahl Entwürfe in Wort und Bild zusammengestellt, welche als Richtlinien für Gestaltung solcher Anlagen unter verschiedenen Voraussetzungen dienen können. Der zweite Teil enthält Erläuterungen und die Bezeichnung derjenigen Vorschläge, welche als normale Ausführung anzusehen sind.

Anlassen, Beleuchten und Zünden im Kraftwagen. Die Verwendung von Akkumulatoren zum Anlassen im Kraftwagen ist bei Neubauten jetzt schon fast allgemein geworden. Vor allem haben die Amerikaner in der letzten Zeit dieses Gebiet besonders gepflegt. Für 1920 sollten in den U. S. A. nicht weniger als 2 Mill. neue Automobile mit el. Anlassern ausgerüstet werden. In Deutschland geht man ebenfalls immer mehr dazu über, auch in gebrauchten Wagen neben der el. Beleuchtungsanlage einen Anlasser einzubauen. Als Anlaßspannung wurden bisher in Deutschland fast ausschließlich 12 V angewendet, während man in den U. S. A. in den letzten Jahren zu 6 V übergegangen ist. Die deutschen Anlaßmaschinenfirmen Bosch und Eisemann benutzen weiter für ihre Licht- und Anlaßeinrichtungen zwei getrennte Maschinen. In Amerika dagegen wird meistens nur eine Maschine für Beleuchtung, Ladung der Batterie und zum Anlaufen verwendet. Die bedeutendsten amerikanischen Anlaßmaschinenfirmen sind: The Dayton Engineering Laboratories Co. in Dayton (Ohio) „Delco", Gray and Davis in Boston, The White Co. in Cleveland (Ohio) und United States Light and Heat Corporation in New York. Hauptlieferant für die Anlaßbatterien in Amerika ist Willard Storage Battery Co., Cleveland (Ohio), eine Tochtergesellschaft der El. Storage Battery Co. in Philadelphia. In zweiter Linie sind an Lieferungen beteiligt die United States Light and Heat Corporation in Cleveland, ferner die Prest-O-Lite Comp. und schließlich noch die Firma Gould Storage Battery Co. in New York. Die Willard-Gesellschaft liefert nach ihren eigenen Angaben etwa 85% sämtlicher Anlaßbatterien. In der letzten Zeit sind Normalisierungsbestrebungen im Gange, um möglichst einheitliche und für jeden Wagen passende Batterien zu erhalten. — Rödiger[29]) gibt eine Zusammenstellung und Beschreibung der el. Anlaß-, Beleuchtungs- und Zündungsarten im Gaskraftwagen unter besonderer Berücksichtigung der beiden Einmaschinensysteme „Delco" und „Entz". — Wintermeyer[30]) widmet demselben Thema eine Abhandlung. — Die Frage der Zündungsarten für Gaskraftwagen, ob Batterie- oder Magnetzündung, ist seit dem allgemeinen Einbau von Batterien in die Kraftwagen zu Anlaß- und Beleuchtungszwecken wieder lebhaft umstritten[31]). — In Amerika steht man seit Jahren auf dem leicht verständlichen Standpunkte, die Magnetzündung durch Batteriezündung zu ersetzen, weil ja ohnedies eine Batterie vorhanden ist und man den Platz des Magnetapparates für Beleuchtungseinrichtungen ausnutzen kann. 1919 stand dort die Magnetzündung noch auf 44% und nahm in 1919 bis auf 18,8% ab, so daß in dem Berichtsjahre rd. 81,2% von den Kraftwagen Amerikas Batteriezündung hatten[32]).

— Es scheint aber, wie Kaßler[33]) berichtet, als wenn auf Grund von wissenschaftlichen Untersuchungen sich wenigstens für größere Wagen Magnetzündung wieder einbürgern wird. — Über eingehende wissenschaftliche Untersuchungen, welche die verschiedenen Zündphasen bei der Funkenentladung zum Gegenstand haben, handelt ein Aufsatz von Heller[34]).

Kleinbatterien. Auf diesem Gebiete sind einige kleine Neuerungen zu verzeichnen. Pradel[10]) beschreibt eine von Huth gebaute kleine Batterie, die dadurch gekennzeichnet ist, daß die Elektroden in einem aus einem Stück gedrehten Hartgummigehäuse untergebracht sind. Außerdem wird an derselben Stelle über eine neue Konstruktion von alkalischen Grubenlampenzellen berichtet, wie sie die Gesellschaft für el. Grubenlampen und Wetteranzeiger in Essen herstellt. Für einen einzelligen Akkumulator werden die Elektroden in ein aus einem Stück hergestelltes, mit einem Flansch versehenes, trogförmiges, an einer Längsseite offenes Blechgefäß gelegt und dagegen isoliert. Nach Herstellung der Anschlüsse mit den gegenüber dem Gehäuse isolierten Polbolzen wird auf den Flansch des Gehäuses unter Zwischenschaltung einer isolierten Scheibe der Abschlußdeckel gelegt und mit dem Flansch verschweißt. Für zweizellige Akkumulatoren werden zwei solcher Gefäße mit dem Flansch unter Zwischenschaltung einer Blechscheibe und Isolation gegeneinander geschweißt. Die Elektroden beider Zellen sind durch das Gehäuse hintereinandergeschaltet. — Auch die Firma Friemann & Wolf, G. m. b. H., Zwickau, hat sich einen Verschluß für transportable el. Grubenlampen schützen lassen, der sehr schnell zu handhaben ist und im wesentlichen aus einem Deckel besteht, der durch einen beweglichen, mit ihm verbundenen keilförmigen Schieber gegen eine Dichtungsfläche an der Öffnung gepreßt wird. Der Schieber bewegt sich an entsprechenden Führungsflächen am Deckel des Gehäuses entlang. — Unter dem Namen „Eltra"-Lampe[35]) kam eine tragbare el. Lampe auf den Markt, die als Stromquelle einen Bleisuperoxyd-Zinkakkumulator mit verdünnter Schwefelsäure enthält. Durch Kippen der eigentümlich geformten Lampe wird das Elektrolyt den Elektroden zugeführt, um dadurch diese funkenlos einzuschalten (vgl. S. 116). — Hütter[36]) beschreibt einen neuen Nickel-Kadmium-Akkumulator für Grubenlampen, von dem er sich große Erfolge verspricht. — Um die Ladung einer größeren Anzahl gleichartiger kleiner Zellen zu gleicher Zeit zu ermöglichen, hat die Firma Gebrüder Ruhstrat einen Ladeschrank gebaut, der sich durch Einfachheit der Bedienung, Sicherheit des Betriebes und Billigkeit im Gebrauch auszeichnen soll[37]). Dieselbe Firma will dem Mangel an Anschlußvorrichtungen zum Laden einzelner kleiner Akkumulatoren aus Lichtnetzen zu Hilfe kommen mit einem besonderen Ladestecker und zugleich das von der Widerstandslampe erzeugte Licht für Beleuchtungszwecke retten[38]). Dieser Apparat ist als Zwischenstecker ausgebildet und wird mit seinem Steckerteil in eine Steckdose gesetzt, während die andere Seite als Steckdose für den Lampenstecker dient. Der eine Pol geht durch, der andere ist unterbrochen und besitzt 2 Anschlußklemmen für den Anschluß der zu ladenden Batterie. Außerdem besitzt der Stecker noch 2 Klemmen für einen Spannungsmesser. Zahlreich sind die Konstruktionen von kleinen Ventilzellen und Röhrengleichrichtern, welche das Laden von Kleinakkumulatoren aus Wechselstromnetzen ermöglichen sollen.

1) Bary, Rev. Gén. El. Bd 6, S 195. — 2) Féry, Rev. Gén. El. Bd 5, S 627. — 3) Straus, Helios Fachz. S 233, 241, 249. — 4) Heldt, Automotive Industries Bd 41, S 370. — 5) Flowers, El. World Bd 73, S 1312. — 6) Sellergren, Teknisk Tidskrift S 488. — 7) Z. Ver. Dtsch. Ing. 1915, S 25 — ETZ S 122. — 8) El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 255. — 9) Helios Fachz. 1920 S 183. — 10) Pradel, El. Anz. S 630. — 11) El. World Bd 73, S 1096. — 12) Ayton, El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 609. — 13) Opperman, El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 424. — Electr. (Ldn.) Bd 82, S 510. — 14) Rödiger, Aut. Rundsch. S 139. — 15) Rödiger, Wirtschaftsmotor S 20. — 16) Wintermeyer, Helios Fachz. S 257. — 17) El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 404. — 18) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 700. — 19) El. Masch.-Bau (Anz.) S 193. — 20) ETZ 1920 S 572 — El. World Bd 74, S 163. — 21) Ihle, Allg. Aut. Ztg. H 24, S 13. — 22) Z. Ver.

D. Ing. S 1126. — [23]) Allg. Aut. Ztg. H 30, S 22. — [24]) ETZ 1920 S 200. — [25]) Dechamps, Rev. Gén. El. Bd 6, S 171. — [26]) Ohl, D. Str. Klb. Ztg. S 503. — [27]) El. World Bd 73, S 944. — [28]) Rödiger, Auto-Technik H 13, S 19. — [29]) Rödiger, Aut. Rundsch. S 170. — [30]) Wintermeyer, El. Anz. S 455, 460, 475, 481. — [31]) Automotive Industries Bd 41, S 511. — [32]) Automobil- u. Motoren-Fabrikation S 82. — [33]) Kaßler, Allg. Aut. Ztg. H 50, S 26. — [34]) Heller, Z. Ver. D. Ing. S 391. — [35]) El. Anz. S 653. — [36]) Hütter, Techn. Rundsch. S 246. — [37]) ETZ S 287. — [38]) Kraft, El. Anz. S 385.

IX. Anwendungen der Elektrochemie.

Galvanotechnik: Galvanoplastik, Galvanostegie und elektrolytische Analyse. Von Dr.-Ing. Max Schlötter, Berlin. — Elektrometallurgie. Von Direktor Prof. Viktor Engelhardt, Charlottenburg. — Herstellung chemischer Verbindungen und deren Verwendung. Von Prof. Dr. K. Arndt, Charlottenburg.

Galvanotechnik: Galvanoplastik und Galvanostegie.

Von Dr.-Ing. Max Schlötter, Berlin.

Galvanoplastik.

Nach einem Patent von Schlötter[1]) werden Metallmatrizen zur Herstellung leicht ablösbarer galvanischer Niederschläge dadurch erhalten, daß die Matrize mit wässerigen Lösungen von Gelatine, Leim oder ähnlichen Stoffen, die durch Behandlung mit chemischen Reagenzien oder Licht in Wasser unlöslich gemacht werden können, übergossen oder dareingetaucht werden. — Um bei der Galvanoplastik das Kupfer ganz oder teilweise zu ersetzen, verwenden die Langbein-Pfanhauser-Werke[2]) eine dünne, auf elektrolytischem Wege rückseitig mit Zink verstärkte Kupferhaut, oder man ersetzt das Kupfer durch einen elektrolytischen Zinkniederschlag. Das zum Hintergießen sonst notwendige Zinn wird hierbei entbehrlich. Um bei der Verzinnung der Galvanos Zinn zu sparen, verfährt man nach Schlötter[3]) derart, daß die Galvanos elektrolytisch verzinnt, oder elektrolytisch verzinnt und verbleit werden. Man kann die elektrolytische Verzinnung dadurch umgehen, daß man die Galvanos rückseitig durch Ansieden verzinnt.

Galvanostegie.

Allgemeines. Auf der Sitzung der amerikanischen elektrochemischen Gesellschaft in Chicago gab Blum[4]) einen Bericht über die Struktur der elektrolytisch niedergeschlagenen Metalle, wobei er den Einfluß von Beimengungen zu den Salzlösungen, der Stromdichte, der Spannung und der Temperatur kennzeichnete. — Eingehende Untersuchungen über die Kathodenvorgänge bei der Metallabscheidung geben Kohlschütter und Vuilleumer[5]).

Über das **Rosten von Eisen** in Berührung mit anderen Metallen und Legierungen berichten Bauer und Vogel[6]). Im ersten Teil der Abhandlung werden Spannungsmessungen mit Metallen und den wichtigsten Legierungen in Natriumchloridlösungen beschrieben. Der zweite Hauptteil der Arbeit befaßt sich mit der praktischen wichtigen Schutzwirkung von Zink und Magnesium auf Eisen. — Über die Rostsicherheit verzinkter Bleche berichtet Schlötter[7]) und bespricht Prüfungsverfahren für eine schnelle Beurteilung der Güte der Verzinkung.

Reinigung und Vorbehandlung. Ein Scheuerfaß für gleichzeitige chemische und mechanische Reinigung von Metallteilen, insbesondere für Vorbereitung elektrolytischer Arbeitsvorgänge beschreiben Hermann Schwerin und Wilhelm Neuhaus[8]). — Die überaus wichtige Einrichtung von Beizanlagen bei der Plattierung von Blechen in Großbetrieben findet sich besprochen in einer Ab-

handlung von Krebs[9]) und von Nolte[10]), welch letztere insbesondere den Beizeffekt mit Bisulfat und Salzsäure angibt. — Eine el. angetriebene Beizmaschine beschreibt Maskrey[11]). — Nach einem Aufsatz von Poppelton[12]) werden neuzeitliche Verfahren und Vorrichtungen zum Beizen und Verzinken beschrieben. Vogels Sparbeize[13]) soll im Verhältnis zur Schwefelsäure gleichen Säuregrads nur im geringen Maße angreifend auf Eisen wirken. So sollen Schrauben und Muttern beim Entrosten so gut wie gar nicht angegriffen werden[14]).

Nach einem Verfahren der Badischen Anilin- und Sodafabrik wird Rost von Eisenteilen befreit, indem man die rostigen Stücke mit verdünnten Säuren und zugleich oder darauffolgend mit einer wässerigen Öl- oder Fettemulsion behandelt. — Brougthon[16]) schlägt zum Beizen technisches Bisulfat vor. Butler[17]) gibt seine praktischen Erfahrungen über die Verwendung von Bisulfat zum Beizen von Metallen bekannt.

Zum Graubeizen von Eisen und Stahl[18]) wird eine Lösung von Bleinitrat in Salpetersäure empfohlen. Aluminium[19]) soll man zweckmäßig in einer Lösung, die auf 1 l Wasser 1 l Salzsäure und 2 g Eisenstahlspäne enthält, beizen. — Hering[20]) beschreibt seine praktischen Versuche zum elektrolytischen Beizen unreiner Oberflächen und stellt fest, daß dieses Verfahren gute Resultate ergibt. — Um die Beizflüssigkeit zu erwärmen und warm zu halten, benutzt W. Cl. Parker[21]) einen Doppelbehälter, in dem die Flüssigkeit in einem äußeren Behälter erhitzt wird und dann in einen inneren, ohne etwaige Niederschläge im letzteren aufzurühren, überfließen kann. Die beiden Behälter sind mit Zwischenräumen ineinander gesetzt.

Zum Verkupfern von Patronenhülsen liefert Krause[22]) einen Vergleich über die Zweckmäßigkeit der Anwendung von Trommelapparaten mit dem sog. Glockenapparat, gegen den von Hahn[23]) aber Einwendung erhoben wird. Bei der Vermessingung im Trommelapparat ergeben sich sehr häufig Schwierigkeiten, die durch die Art des zu plattierenden Gutes veranlaßt werden. Fingerzeige, wie diesen Schwierigkeiten zu begegnen ist, werden mitgeteilt[24]). — Blasberg[25]) beschreibt eine Galvanisierungsvorrichtung mit einer aus der Wanne heraushebbaren Galvanisiertrommel, bei welcher zwei zwangsläufig miteinander verbundene, mit Gegengewichten belastete Hebel durch Laschen o. dgl. mit den verschiebbaren Rahmen der Galvanisiertrommel verbunden sind. — Mylo[26]) erzeugt metallene Niederschläge auf den Eisenwandungen von Kanälen kleiner Durchmesser dadurch, daß die Anode zwischen zwei an die Kanalenden angesetzten isolierenden Aufsatzstücke aufgespannt wird, welche gleichzeitig die Zuführung bzw. Abführung des Elektrolyts in dem Kanal vermitteln. Das Straffhalten der Anode soll mit Hilfe eines Elektromagnets reguliert werden. Man kann dabei die Anode oder den zu plattierenden Gegenstand rotieren lassen. — Einen Halter für Galvanisierungsvorrichtungen zum Tragen der zu galvanisierenden Blechtafeln beschreibt Phönix[27]) derart, daß der Halter aus einem Draht- oder Rundeisengestell besteht, das mit als Doppelschenkel ausgebildeten Armen versehen ist, welche die Blechtafeln zwischen den beiden Schenkeln tragen. Die Halter können auch mit Ausbuchtungen oder Vorsprüngen versehen sein.

Einen gleichmäßigen Niederschlag bei der Galvanisierung von Hohlkörpern will die Aktiengesellschaft Weser[28]) dadurch erzielen, daß sie den durch die geringe Leitfähigkeit der Elektrode verursachten Potentialabfall durch Zuleitung des Elektrolyts in solcher Weise entgegentreten will, daß das Produkt aus Stromdichte und Metallgehalt des Elektrolyts auf der ganzen Elektrode nahezu gleich groß ist. — Dieselbe Gesellschaft[29]) benutzt eine Vorrichtung zum Galvanisieren von Körpern, bei welcher der trogartige Behälter aus leichtem Baustoff auf dem zu galvanisierenden Körper verschoben wird, so daß jeweils nur ein Teil des zu plattierenden Gegenstandes plattiert wird. Die Vorrichtung hat den Zweck, große Gegenstände mit einem verhältnismäßig kleinen Apparat plattieren zu können. — Die Gesellschaft[30]) galvanisiert ferner Körper verwickelter oder sperriger Formen derartig, daß die einzelnen Körperteile in einen unmittelbar

sie umgebenden Elektrolytbehälter getaucht werden. — Kayser[31]) beschreibt eine Vorrichtung zum galvanischen Plattieren von vollen, hohlen und profilierten Gegenständen, bei welchen die zu plattierenden Gegenstände auf biegsamen, stromleitenden Bändern an leicht lösbaren Haltern mit gleichmäßig über die Oberfläche verteilten Stromschienen geschlungen und mit ihren Enden leicht lösbar befestigt sind.

Bäder und Niederschläge. Über die Rolle der komplexen Salze für Elektrolyte in Galvanisierungs- und Raffinationsbädern machen R. S. Dean und Ming Yi Chang[32]) Mitteilungen. Aus ihren Versuchsergebnissen geht hervor, daß die Verwendung komplexer Lösungen den Zweck hat, eine konzentrierte Lösung des Metalls, aber eine verdünnte seines Ions zu liefern. Ferner muß das komplexe Salz so wenig von den Schwermetallionen enthalten, daß die Entladung des Alkalimetallions zuerst erfolgt. — Nach Dekker[33]) wird das Metallsalz im Kristallwasser bei ausreichender Temperatur gelöst und dann das Metall in dieser Lösung abgeschieden, wobei im Verlauf der Elektrolyse nur soviel Wasser zugeführt wird, als von dem Kristallwasser verlorengegangen ist. — Nach F. J. Liscomb[34]) scheidet man Zink aus Zinkzyanidlösungen ab. Die Herstellung dieser Lösungen kann aus Zinkzyanid und Natriumzyanid erfolgen, wobei ersteres teilweise durch Zinkoxyd, letzteres durch Natriumhydroxyd ersetzt werden kann. — Nach einem Verfahren der AEG[35]) kann man reines Eisen oder Eisenlegierungen in Pulverform erhalten, indem man das Eisen, bzw. seine Legierungen, elektrolytisch unter Anwendung niederer Badtemperatur, großer Stromdichte, geringer Eisenkonzentration des Elektrolyts und zweckmäßig bei Gegenwart eines Leitsalzes abscheidet. — Harbeck[36]) stellt Elektrolyteisen von beliebiger Dicke unter Anwendung einer Lösung von kieselfluorwasserstoffsaurem Eisen dar, während Schlötter[37]) zu dem gleichen Zwecke sauere Ferrosulfatlösungen bei Temperaturen bis zur Siedehitze verwendet. — Gumlich[38]) gibt in einer Abhandlung Aufschlüsse über die physikalischen Eigenschaften des Elektrolyteisens. — Zur elektrolytischen Abscheidung von Eisen[39]) kann man Lösungen von Ferroammoniumsulfat bzw. solche, welche Eisenvitriol, Chlorammonium bzw. Magnesiumsulfat enthalten, benutzen. — Engelhardt[40]) gibt kurze Angaben über die während des Krieges errichtete Anlage zur Herstellung von Elektrolyteisen. — Es ist längst bekannt, daß elektrolytisch abgeschiedenes Eisen fast keine Neigung zum Rosten hat. Von dieser Eigenschaft macht Cowper Coles[41]) Gebrauch, um Stahl vor dem Rosten zu schützen. — Über die Ausführung der Verkupferung und Vernickelung sind in den Vereinigten Staaten amtliche Vorschriften erlassen worden. So soll beispielsweise die Schichtdicke von Nickel auf Stahl[42]) 0,015 mm bei direkter Vernicklung, bei vorhergehender Verkupferung 0,01 mm betragen. — Clark[43]) erhielt günstige Resultate bei der Abscheidung von Nickel auf Gußeisen aus einem heißen Elektrolyt, wenn das Elektrolyt außer Nickelsulfat geringe Mengen Kochsalz und Borsäure enthält. — Die Vernicklung von Aluminium[44]) ist ein altes Problem. Sie soll jetzt dadurch gelungen sein, daß nach einer näher beschriebenen Reinigung ein Bad benutzt wird, das Nickeldoppelsalz, Bittersalz und Borsäure enthält. — Nickelniederschläge auf Glasspiegeln erzielt man nach R. H. Wood[45]) aus einem Bad von Nickelborfluorid. — Zinkguß soll sich ohne Streifenbildung vernickeln lassen in einem Bad bestehend aus 50 g Nickelammoniumsulfat und 13 g Magnesiumsulfat auf 1 l Wasser[46]). — Um das Rosten vernickelter Gegenstände aus Eisen und Stahl zu verhüten, verfährt man nach Kronenberg[47]) derart, daß die zu vernickelnden Gegenstände vor dem Vernickeln in bis 200° erhitztem Öl gekocht, nach dem Erkalten in bekannter Weise entfettet, schwach verkupfert und in einem zitronensauerem Nickelbad vernickelt werden. — Während des Krieges hat die Verkobaltung größeres Interesse gewonnen.[48]) — Eine in Amerika praktisch erprobte Badzusammensetzung ist folgende: schwefelsaures Kobaltammoniak 200 g auf 1 l Wasser, oder schwefelsaures Kobalt 312 g, Kochsalz 196 g, 1 l Wasser, Borsäure bis zur Sättigung des Bades[49]). — Greenawalt[50]) schlägt Kupfer nieder, indem er schweflige Säure während der Elektro-

lyse in einem unreinen Elektrolyt von Kupfersulfat, das Ferrisulfat enthält, einleitet. — Mathers[51]) empfiehlt für die zyankalische Verkupferung ein Bad mit 4,5% Zyankupfer, 4,3 bis 4,7% Natriumzyanid und 4% Soda. — Für die Eintauch- oder Anreibeverkupferung wird eine Lösung von kohlensaurem Kupfer in Weinstein empfohlen[52]), der man bis zur Neutralisation kohlensauren Kalk zusetzt. Eine andere Lösung besteht aus 1 Teil Kupfervitriol in 19 Teilen Wasser und 1 Teil Ammoniak von 0,91 unter Zusatz von 80 g Weinsäure auf 1 Liter Flüssigkeit.

Blum, Liscomb, Jenk und Baily[53]) gaben auf der Sitzung der amerikanischen elektrochemischen Gesellschaft in Chicago die Bedingungen bekannt, unter welchen es möglich ist, Blei aus borflußsauren Lösungen abzuscheiden. — Jourieff[54]) gibt ein Verfahren an, Blei für die Zwecke der Akkumulatorenherstellung zu erhalten. — Nach Haas[55]) erhält man einen guten Niederschlag, wenn man als Elektrolyt Bleizyanid verwendet. Zweckmäßig soll der Lösung Rochellesches Salz zugesetzt werden. — Das Berlin-Burger Eisenwerk[56]) erhält Bleiüberzüge auf Eisen und Stahl nach dem Kontaktverfahren dadurch, daß man dem Bad eine Verbindung, die leicht Sauerstoff abgibt, wie beispielsweise Bleisuperoxyd, als Depolarisator zusetzt. — Kontaktbleibädern soll man einen geringen Zusatz von Catechou geben[56]). — Montag und Laube[57]) führen die Verbleiung in der Weise aus, daß sie die zu verbleienden Gegenstände erst mit einem Überzug von Blei nach dem Kontakt- oder Sudverfahren versehen und dann die eigentliche Verbleiung auf elektrolytischem Wege durchführen. — Das Berlin-Burger Eisenwerk[58]) stellt Überzüge aus Blei, Zinn, Zink oder Legierungen dieser Metalle auf Metallkörpern in der Weise her, daß sie die Gegenstände erst auf galvanischem Wege verbleien, verzinnen oder verzinken und dann den Gegenstand in das entsprechende heiße Bad tauchen.

Proctor[59]) beschreibt ein Verzinnungsverfahren, wonach man als Bad eine Lösung von 1½ Unzen Natriumzyanid, 2 Unzen Zinnchlorid, 2½ Unzen Natriumhydroxyd, ⅛ Unzen Bleikarbonat auf eine Galone Wasser verwenden soll. — In einer Zusammenstellung[60]) über die Verzinnung von Artikeln aus Messing, Bronze, Eisen und Stahl wird zum Teil auf die Verzinnung durch Ansieden, durch Kontaktverfahren oder durch Elektrolyse Rücksicht genommen. — Über die verschiedensten Zinnbäder und über die aus diesem enthaltenen Zinnniederschläge finden sich Angaben[61]). — Proctor[62]) bespricht die in den letzten Jahren angestrebte Verwendung von Standardlösungen für galvanische Zwecke unter Angaben von Beispielen. — Beaudry[63]) gibt eine eingehende Beschreibung über die Silberplattierung von Bijouterien. — Über die Blasenbildung bei Silberniederschlägen ist bereits viel geschrieben worden. Es wird eine Vorschrift über die Behandlung der zu versilbernden Waren gegeben[64]), nach welcher man blasenfreie Silberniederschläge erhalten soll. — Um elektrolytische Metallniederschläge glänzend zu machen und zu verdichten, verfährt man nach Schlötter[65]) derart, daß die plattierten Gegenstände mit oder ohne Anwendung einer Deckschicht unter geheizten Walzen weggeführt werden.

Metallfärbungen. Nach Guerimi[66]) werden Eisen- und Stahlgegenstände geschwärzt, indem man sie bei einer Temperatur von 107 bis 129° in eine Lösung von Natronlauge und Pikrinsäure legt. — Um Eisen und Stahl vor dem Rosten zu schützen, werden die Gegenstände nach Eckelmann[67]) in einer Lösung von Phosphorsäure und Eisenphosphat behandelt. — In ähnlicher Weise erzeugt man einen rostschützenden Überzug nach Schmidding[68]). — Um Gewehrteilen wolkige Färbung zu geben[69]), werden die Gegenstände in Zyankali im Einsatz gehärtet, auf Rotglut erhitzt und dann ins Wasser geworfen. — Eisenartikel können auf verschiedene Art schwarz gefärbt werden, entweder auf rein chemischem oder auf elektrolytischem Wege[70]). — Über die Färbung des Kupfers und der Legierungen findet sich eine ausführliche Beschreibung[71]).

[1]) Schlötter, DRP 315711. — [2]) Langbein-Pfannhauserwerke DRP 306941. — [3]) Schlötter, DRP 301082, 313096. — [4]) Blum, Chem. Met. Eng. S 526. — [5]) Kohlschütter u. Vuilleumer, Metall S 173, 187, 204,



231, 245. — [6]) Bauer u. Vogel, Mitt. Materialprüfungsamt 1918, Heft 3 u. 4. — Zschr. Metallkunde S 129. — [7]) Schlötter, Stahl u. Eisen S 243. — [8]) H. Schwerin u. W. Neuhaus, DRP 313284. — [9]) Krebs, Stahl u. Eisen S 779. — [10]) Nolte, Stahl u. Eisen S 780. — [11]) Maskrey, Ir. Age 1917, S 1187. — [12]) Poppelton, Gén. Civ. 1919, S 94, 95. — [13]) Techn. u. Wirtsch. S 207. — [14]) Eßener Anz. S 4459. — [15]) Bad. An. u. Sodafabr., DRP 310261. — [16]) Brougthon, Metall Industry 1918, S 263. — [17]) Butler, Metall Industry 1916, S 418. — [18]) Metall S 93. — [19]) Metall S 246. — [20]) Hering, Chem. Met. Eng. 1918, S 438. — [21]) W. Cl. Parker, DRP 307459. — [22]) Krause, Metall S 26. — [23]) Hahn, Metall S 80. — [24]) Metall S 263. — [25]) Blasberg, DRGM 715500. — [26]) Mylo, DRP 312409. — [27]) Phönix, DRP 302467. — [28]) Akt.-Ges. Weser, DRP 311584. — [29]) Akt.-Ges. Weser, DRGM 744508. — [30]) Akt.-Ges. Weser, DRGM 744504. — [31]) Kayser, DRGM 727624. — [32]) R. S. Dean u. Ming Yi Chang, Chem. Met. Eng. S 83. — [33]) Dekker, DRP 295590. — [34]) Liscomb, Metall. Ind. 1916, S 552. — [35]) AEG, DRP 316748. — [36]) Harbeck, DRP 288660. — [37]) Schlötter, DRP 309271. — [38]) Gumlich, Stahl u. Eisen S 805. — [39]) Metall. Ind. 1916, S 542. — [40]) Engelhardt, ETZ S 209. — [41]) Cowper Coles, Metall S 65. — [42]) Metall Ind. 1916, S 407. — [43]) Clark, Metall Ind. 1916, S 309. — [44]) Metall Ind. 25. I. 19. — [45]) R. H. Wood, Astro-Physical Jl. Bd 42, S 365. — [46]) Metall S 192. — [47]) Kronenberg, DRP 316053. — [48]) Metall S 109. — [49]) Metall S 134. — [50]) Greenawalt, USP 1314742. — [51]) Mathers, Metall Ind. 1916, S 359. — [52]) Metalltechnik S 147. — [53]) Blum, Liscomb, Jenk u. Baily, Chem. Met. Eng. S 526. — [54]) Jourieff, Brit. Pat. 123587 (1918). — [55]) Haas, Metall Ind. 1917, 12. I. — [56]) Berlin-Burger Eisenwerk, DRP 313258, 314789. — [57]) Montag u. Laube, DRP 310176. — [58]) Berlin-Burger Eisenwerk, DRP 315712. — [59]) Proctor, Metall Ind. 1916, S 74. — [60]) Bayer. Ind. u. Gewerbeblatt, Bd 105, S 5. — [61]) Metall S 108. — [62]) Proctor, Metall Ind. 1916, S 114. — [63]) Beaudry, Metall Ind. 1916, S 27. — [64]) Metall S 291. — [65]) Schlötter, DRP 315713. — [66]) Guerimi, Machinery, Okt. 1918. — [67]) Eckelmann, Chem. Met. Eng. S 787. — [68]) Schmidding, DRP 313578. — [69]) Metall, S 163. — [70]) Metall S 164, 200, 235, 277. — [71]) Metall S 327.

Elektrometallurgie.

Von Direktor Prof. Viktor Engelhardt.

Allgemeines.

Elektrische Öfen. An zusammenfassenden Veröffentlichungen über den Bau und Betrieb el. Öfen, sowie über deren Anwendungen wäre zu erwähnen: H. Goldschmidt[1]), Die Entwicklung der elektrochemischen Industrie. Die sehr lesenswerte Veröffentlichung behandelt das ganze Gebiet, also auch nichtmetallurgische Verfahren. Es sei besonders auf die interessanten Ausführungen über den Stand der Al-Gewinnung, deren Rohstoffe und die Aussichten der deutschen Al-Fabriken hingewiesen. An elektrometallurgischen Fabrikaten werden noch berücksichtigt: Magnesium, Natrium, Ferrolegierungen, Elektrostahl, Zink. — Karbid, Karborundum, Silizium, Graphit[2]). — H. Baclesse[3]) bespricht die Herstellung von Ba, Ca, Al, Be, Co, Ni, Ti, Mn, Cr, Mo, Wo und Va, sowie deren Legierungen und erörtert Eigenschaften und Verwendbarkeit.

V. Engelhardt[4]) faßt die Entwicklung der Elektrometallurgie im Kriege zusammen. Während eine nennenswerte Erzeugung von Elektroroheisen bei den kriegführenden Mächten nicht stattgefunden hat, nahm die Anwendung der Elektrostahlöfen sämtlicher Systeme bedeutend zu, was an Hand statistischer Tabellen nachgewiesen wird. Bezüglich der Ferrolegierungen mußte bei den Zentralmächten entsprechende Ersatzwirtschaft eingreifen. Der Mangel an Ferromangan für Desoxydationszwecke führte zur Verwendung von Kalziumkarbid, der Mangel an Kupfer für Führungsbänder in Deutschland zur Errichtung großer Anlagen zur Erzeugung von Elektrolyteisen, von denen die eine durch die Siemens & Halske A.-G., die andere von Griesheim-Elektron gebaut wurde. Elektrolytische Kupferraffinerien wurden teils neu gebaut,

teils stark erweitert. In diesen wurde zunächst das zwangsweise abgelieferte Kupfer, später aus Messing erblasenes Rohkupfer und schließlich die Bronze der Kirchenglocken verarbeitet. Die elektrolytische Zinkgewinnung wurde besonders in den Vereinigten Staaten stark gefördert. Zinn wurde aus dem Anodenschlämmen der Bronzeraffination und aus sonstigen Abfällen gewonnen, teilweise wurde auch die elektrolytische Weißblechentzinnung wieder eingeführt. Neue Aluminiumwerke entstanden in Deutschland und Österreich, die im wesentlichen das alte Verfahren beibehielten. — In der Staatsmünze in Philadelphia[5]) wird Silber, Nickel, Zinn, Kupfer und Bronze im el. Ofen System Rennerfelt geschmolzen. Ursprünglich war nur ein Ofen für 450 kg Einsatz (Dreiphasenstrom, 60 Perioden, Transformator 2200 auf 110 V) vorhanden, der 1917 in Betrieb kam. Später wurden zwei weitere Öfen für 450 und 900 kg Einsatz aufgestellt. — H. Giran[6]) berichtet über die elektrochemische und elektrometallurgische Industrie in den Pyrenäen. Es sind etwa 20 Hüttenwerke und Fabriken hauptsächlich nach 1914, also während des Krieges entstanden und verbrauchen zusammen rd. 150000 kW. An erster Stelle steht die Fabrikation von Kalziumkarbid und Kalkstickstoff, doch sind auch Anlagen zur Herstellung von Ferrolegierungen, Aluminium, Schleifmitteln und elektrolytische Betriebe entstanden. An Elektrostahlanlagen ist nur eine mit einem 5-t-Heroultofen gebaut worden. — J. Escard[7]) gibt eine zusammenfassende Übersicht über die elektrochemischen Verfahren zur Gewinnung von Ba, Ca, Co, Ferronickel, Ni, Ti, Mn, Cr, Mo, Wo, Va, Eigenschaften der Produkte und deren Legierungen. — P. Papencordt[8]) hat im Institut für Elektrometallurgie der Technischen Hochschule in Aachen Versuche über die Verarbeitung blei- und kupferhaltiger Speisen durchgeführt, welche den Zweck haben, ein möglichst weitgehendes Ausbringen an Pb, Cu, Sb, As, Ni und Co zu erzielen. Da es sich um Vorschläge handelt, deren Ausführbarkeit durch die Praxis noch nicht erwiesen ist, genügt dieser Hinweis. — J. Escard[9]) bespricht die wichtigsten Metallkarbide, -Boride und -Silizide, die im el. Ofen erzeugt werden. Besonders ausführlich wird das Kalziumkarbid behandelt. In den Rahmen dieses Berichtes fallen im wesentlichen nur die Angaben über die Herstellung von Siliziden bzw. Siliziumlegierungen des Cu, Ca, Al, Ni, Cr, Mn, Ti und der Doppelsilizide von Fe-Cr, Fe-V, Mn-Al und Fe-Mn. — P. Bunet[10]) bringt eine Übersicht über den Energieverbrauch der verschiedenen elektrochemischen und elektrometallurgischen Verfahren, ausgedrückt in kWh bzw. kW-Jahren für die Tonne, sowie einige Angaben über Gestehungskosten, welchen allerdings die vor dem Kriege geltenden Verhältnisse zugrunde gelegt sind. Von metallurgischen Prozessen sind berücksichtigt: Al, Na, Cu, Zn, Pb, Fe (elektrothermisch und elektrolytisch), Cr, Wo, ferner einige Ferrolegierungen und Silizide. — O. Scarpa[11]) untersucht den Einfluß von Stromstärke, Stromdichte und Spannung an den Elektroden auf die Größe des Leistungsfaktors eines Lichtbogenofens. Er gelangt zur Beziehung

$$\cos\varphi = \frac{\sqrt{\cos\psi} - IR}{\sqrt{V^2 + I^2R^2 - 2V \cdot I \cdot R \cdot \cos\psi}},$$

wobei $\cos\varphi$ den Gesamtleistungsfaktor, $\cos\psi$ den Leistungsfaktor des Lichtbogens, R den Ohmschen Widerstand des Bades, V und I Spannung und Stromstärke im Ofen bedeuten. Auf Grund von Messungen an Laboratoriumsöfen bis 24 kW werden weitere Beziehungen des Leistungsfaktors von der Beschickungsart, der Badbeschaffenheit, der Ofenabdeckung und den chemischen Vorgängen im Ofen festgestellt.

Elektroden. Engelhardt[12]) berichtet über eine ausführliche einschlägige Veröffentlichung, wonach man an die Kohlenelektroden nachstehende Anforderungen stellt:

a) Feuerbeständigkeit bis zu den Temperaturen des elektrischen Lichtbogens.

b) Gute Leitfähigkeit bei allen Temperaturen.
c) Niederes Wärmeleitungsvermögen.
d) Chemische Passivität bei den im Ofen vorzunehmenden Reaktionen.

Man kann die Elektroden unterteilen in:
I. Kohlenelektroden (amorph oder graphitisiert),
II. Metallische oder gemischte Elektroden.

In der Veröffentlichung wird zunächst die Herstellung der Kohlenelektroden besprochen, das Rohmaterial, dessen Zerkleinern und Mischen, sowie das Pressen und Brennen. Dann folgen die Verfahren von Girard & Street und von Acheson zur Herstellung graphitisierter Kohlen, bei denen die Umwandlung des amorphen C in Graphit bei hoher Temperatur erfolgt. Daran schließt sich eine Besprechung der Eigenschaften der Kohlen, wie Dichte, Wärmeleitfähigkeit, el. Leitvermögen und dessen Messung, Form, Abmessungen, Anordnung und Lage im Ofen, Lebensdauer bzw. Elektrodenverbrauch und Schutz gegen Abbrand. Am Schlusse werden die metallischen und gemischten Elektroden erwähnt. Hiervon kommen für das Gebiet der Elektrometallurgie metallische Bodenelektroden, leitende Stampfmassen und metallisch armierte Stampfmassen in Frage.

Reguliervorrichtungen. E. F. Ruß[13]) weist auf die Bedeutung selbsttätiger Elektrodenreguliervorrichtungen für eine ruhige Arbeit der Öfen hin und beschreibt an Hand von Schaltbildern und Abbildungen eine neue Bauart der AEG.

Eisen.

Roheisen. A. Stansfield[14]) untersucht die Wirtschaftlichkeit einer el. Roheisenerzeugung in Britisch-Kolumbien und bringt eine Kostenaufstellung für eine Anlage mit drei Elektrohochöfen (Bauart Elektrometall) von je 3000 kW und 80 t Tagesleistung.

In das Gebiet der el. Roheisenerzeugung gehört auch dessen synthetische Herstellung durch Aufkohlen von Flußeisenabfällen im Ofen. — O. Hasler[15]) befürwortet die Herstellung von solchem Hämatitroheisen, speziell in der Schweiz, und gibt vergleichende Betriebskosten für die Jahre 1914, 1918 und 1919. Ein Strompreis von 6 bis 7 Cts./kWh wird als noch wirtschaftlich zulässig angesehen. — Lienhardt[16]) bestreitet die Richtigkeit dieser Betriebskostenberechnungen und kommt zu ungünstigeren Ergebnissen bezüglich des zulässigen Strompreises.

Stahl. Auch in diesem Berichtsjahre ist eine Anzahl von Übersichten über die Elektrostahlöfen und deren Anwendung veröffentlicht worden. So bespricht J. W. Nailor[17]) die Elektrostahlöfen vom Standpunkt des Stahlerzeugers, berücksichtigt aber nur eine sehr beschränkte Anzahl von Bauarten, den Rennerfelt-, Héroult- und Kjellin-Ofen. Ohne ausführlichere Zahlenangaben werden die Betriebskosten und deren wesentlichste Posten (Stromverbrauch, Löhne, Elektrodenabbrand) erörtert. Als Hauptanwendungsgebiete werden die Nachraffination von flüssigem Martinstahl und die Herstellung von Formguß bezeichnet, was sich ja mit der schon lange herrschenden allgemeinen Ansicht deckt. — J. Escard[18]) befaßt sich speziell mit den verschiedenen Bauarten von Induktionsöfen (Ferranti, Kjellin, Montluçon, Hiorth, Röchling-Rodenhauser, Frick, Schneider, Gin und Grönwall). Am ausführlichsten wird der Ofen von Röchling-Rodenhauser behandelt, der ja heute zweifellos die verbreitetste Bauart von Induktionsöfen ist. — J. Bibby[19]) befaßt sich näher mit den Lichtbogenöfen und beschreibt einen solchen Ofen für 30 t Einsatz. — H. Etchells[20]) bespricht sowohl Induktions- als auch Lichtbogenöfen und geht auch auf die Herstellung der Ferrolegierungen ein. — Eine ähnliche, das ganze Gebiet zusammenfassende Übersicht bringt J. Escard[21]).

E. F. Ruß[22]) untersucht die Frage des direkten Anschlusses von Elektrostahlöfen an das Leitungsnetz öffentlicher EWe. Es kämen nur Großkraftwerke in Frage, die Energie billig abgeben können und über hinreichende Reserven verfügen. Induktionsöfen (besonders größere) werden ja in der Regel über ein

zwischengeschaltetes Umformeraggregat angeschlossen werden. Verfasser sucht Klarheit über die mehr oder weniger großen Belastungsschwankungen herbeizuführen, die ein Lichtbogenofen auf das Netz ausübt, wobei er besonders Stahlgießereien im Auge hat, die über keine eigenen Hüttenbetriebe verfügen. Aus Sicherheitsgründen sei der Anschluß an ein Netz für die 2—3fache normale Ofenleistung vorzusehen. Besonders berücksichtigt werden die Hilfsmittel, um die Stromstöße zu verringern, also insbesondere Drosselspulen, geeignete Schaltung der Öfen und selbsttätige Elektrodenregulierung. — F. Hartig[23]) hat an einem Zweiphaseninduktionsofen, der zum Schmelzen von Ferromangan dient, eine Messungsreihe über die Beziehung zwischen Schmelzleistung und Energieverbrauch aufgenommen und zieht daraus verschiedene Folgerungen für die rechnerische Erfassung der Abhängigkeit zwischen beiden Größen über den ganzen Anwendungsbereich des Ofens hinweg. Er zeigt ferner, wie man den Stromverbrauch zweier Öfen von verschieden großer Schmelzleistung vergleichen kann.

Eine Reihe von Veröffentlichungen betrifft die Ausdehnung der Elektrostahlindustrie in den verschiedenen Ländern, insbesondere während des Krieges. Nach R. G. Mercer[24]) waren in England im Jahre 1918 im ganzen 141 Elektroöfen mit einer Kraftaufnahme von 112000 kVA vorhanden, von denen 117 Öfen für Zwecke der Elektrostahlerzeugung dienten. Eine tabellarische Übersicht zeigt die Verteilung dieser Öfen auf die verschiedenen Bauarten. Rund die Hälfte der Erzeugung entfiel auf Stahlformguß, die andere Hälfte auf Blöcke. — Der Verfasser äußert sich dann noch über die Ursachen, die eine Verringerung der Erzeugung zur Folge haben können, wie z. B. Stockungen im Elektrostahlgeschäft, Strommangel, Reparaturen und Durchbrüche, Defekte an den wassergekühlten Elektrodeneinführungen und an den Elektrodenhaltern, an Stromleitungen und Transformatoren. — Eine ähnliche Aufstellung[25]) gibt an, daß sich die Anzahl der Héroultöfen in England seit Kriegsausbruch von 5 auf 45 erhöht hat, von denen 11 auf den Hadfieldwerken in Sheffield stehen. — In einer gemeinschaftlichen Versammlung des Iron and Steel Institute und der Institution of Electrical Engineers[26]) wurde ebenfalls die Zunahme der Elektrostahlöfen in England und Kanada besprochen. An der Bauart der Öfen hätte sich wenig geändert. Das Ausbringen an Elektrostahl in England sei von 1914 auf 1918 um das 40fache gestiegen. Besonders günstig liegen die Verhältnisse in Kanada, welches über billigen Strom, große Mengen von Magnesit für die Zustellungen und leichte Beschaffungsmöglichkeit für Elektrodenkohlen verfügt. Außer Elektrostahl werden dort auch größere Mengen von Ferrolegierungen erzeugt, während die Versuche zur Herstellung von Elektroroheisen noch nicht erfolgreich waren.

Im Industriebezirk von Milwaukee[28]) erzeugten im Jahre 1918 18 Elektrostahlöfen rd. 40000 t Elektrostahl mit einem Kraftverbrauch von nahezu 30 Mill. kWh. Die 18 Öfen hatten zusammen einen Fassungsraum von 57,5 t. Eine ähnliche Aufstellung wird für Buffalo gegeben[29]). In Nordspanien kamen während der Kriegszeit 6 Öfen für Elektrostahl und Ferrolegierungen zur Aufstellung[29]).

J. Escard[30]) beschäftigt sich mit dem alten, aber bisher noch immer nicht gelösten Problem, im el. Ofen direkt aus den Erzen zu Schmiedeeisen, Stahl und legierten Stählen zu gelangen. Er empfiehlt die Verwendung reiner Erze (Magnetit, Hämatit, Eisenspat) und reiner Reduktionskohle (Holzkohle, Anthrazit). Der Bericht erstreckt sich auf folgende Versuche:

Stassano (ältere Versuche im Strahlungsofen) 4187 kWh/t Eisen.

Chaplet (direkter Lichtbogenofen) 2600 bis 3430 kWh/t aus Hämatit und Holzkohle.

Humbert und Heskey (6-t-Héroultofen). Schwedisches Erz mit Koks und Schrottzusatz, 2709 kWh/t Stahl.

Zum Schlusse werden noch Laboratoriumsversuche über direkte Herstellung von Molybdänstahl beschrieben. — B. Schudel[31]) berichtet über Elektrostahl-

erzeugung in einem 2-t-Héroultofen bei kaltem Einsatz, 979 kWh/t für Stahl mit 0,17% C. — R. V. Sawhill[32]) beschreibt einen Ofen eigener Konstruktion der Ludlum Steel Co. in Waterliet, N.-Y., für 5 und 10 t Einsatz. Der Ofen ist eine Abart des Héroultofens und besteht aus einem liegenden Herd in Form eines Halbzylinders, in welchen drei nebeneinander stehende Kohlenelektroden hineinragen. Er erzeugt aus kaltem Einsatz Werkzeugstahl und synthetisches Roheisen für Gießereizwecke. — Der Ofen von Greaves-Etchells[33]) besitzt zwei durch die Ofendecke gehende Elektroden, die mit den Enden von zwei der im Stern geschalteten Sekundärwindungen des Transformators verbunden ist, während die dritte Phase an Erde liegt und zugleich mit einer unter dem Herdfutter am Herdboden über die ganze Herdbreite liegenden Bodenelektrode verbunden ist. Durch diese Stromverteilung soll eine zu starke Wärmekonzentration um die Kohlenelektroden vermieden und die Deckenauskleidung geschont werden. — Der Ofen von Greene[34]) besteht aus einer zylindrischen, drehbaren und horizontal gelagerten Trommel, in deren Mantel die Kohlenelektroden hereinragen. Er ist an einigen Stellen in Amerika in Größe bis zu 3 t sowohl für zwei- als für dreiphasigen Strom in Gebrauch. Bei Schrottverarbeitung wird für einen 3-t-Ofen eine Kraftaufnahme von 500 bis 600 kW angegeben. — J. Bibby[35]) beschreibt den Elektrostahlofen, Bauart „Elektrometall". Er wird mit Zweiphasenstrom betrieben und hat bei kleinerem Einsatz zwei durch den mit Quarzsteinen gefütterten Deckel gehende Elektroden, deren jede mit einer Phase verbunden ist, während die Rückleitung durch eine Bodenelektrode erfolgt. Hochgespannter Drehstrom wird mittels stehender Transformatoren durch Scottsche Schaltung in Zweiphasenstrom umgewandelt. Größere Öfen werden mit vier Deckenelektroden ausgerüstet. — Der Ofen von Booth-Hall[36]) ist ein Lichtbogenofen mit einem in der Hitze leitenden Herdboden, in welchen eine oder mehrere als Gitter ausgebildete Bodenelektroden eingebettet sind. Durch den Ofen hindurch gehen je nach der verwendeten Stromart eine oder mehrere Hauptelektroden sowie eine Hilfselektrode, welch letztere wieder zurückgezogen wird, sobald der Herd genügend leitet. — A. Sahlin[37]) bespricht eine Kombination von Strahlungs- und direktem Lichtbogenofen. Im Boden des breiten Herdes liegt eine Bodenelektrode. Durch die Wände des nach oben verjüngten Oberteils des Ofens gehen ein oder mehrere Elektrodenpaare. Die Elektroden jedes Paares liegen in einer Ebene übereinander mit gegenseitig veränderlicher Neigung. Die unteren Elektroden jedes Paares sind mit der Bodenelektrode verbunden. Beim Anheizen arbeitet der Ofen als reiner Strahlungsofen durch Lichtbögen zwischen den Elektrodenpaaren. Später wird die obere Elektrode jedes Paares vorgeschoben und entsprechend geneigt, so daß der Lichtbogen direkt zum Bade überschlägt. Wird dann die untere Elektrode der Kohlenpaare zurückgezogen, so arbeitet der Ofen als reiner Lichtbogenofen wie ein Girodofen. Über die eben besprochenen Öfen von Booth, Sahlin und anderen wird noch in einer zusammenfassenden Arbeit berichtet[38]).

V. Stobie[39]) bringt Schaltungsschemata für drei Gruppen von Öfen seines Systems, und zwar bis 6 t, von 6 bis 24 t und über 24 t Einsatz. Der Leistungsfaktor wird durchschnittlich mit 0,88 angegeben.

B. Schudel[40]) bespricht die elektrothermische Herstellung von Manganstählen mit 7 bis 20% Mn, welche sich bekanntlich durch besondere Zähigkeit und Widerstandsfähigkeit auszeichnen.

Neben der Verwendung zum Schmelzen beginnen die el. Öfen auch zur Wärmebehandlung von Stahl, z. B. zum Härten, wegen der Genauigkeit an Temperaturkontrolle und der Gleichmäßigkeit der Erzeugnisse Beachtung zu finden[41]).

Sonstige Schwermetalle.

Nickel. W. H. Easton[42]) berichtet über die in einem Héroultofen für 2 t durchgeführte Herstellung von Nickelchrom. Der Ofen arbeitet bei einer Tem-

peratur von etwa 1200° und mit Drehstrom von 110 V, 60 Per/s. — M. Sabatier[43]) bespricht Versuche über Herstellung von Ferronickel mit 50 und 75% Ni in einem 400 kW-Ofen.

Zink. Nach dem Verfahren von F. Tharaldsen[44]) wird die Beschickung als gleichmäßig ausgebreitete Schicht in den Reaktionsraum eingeführt. Der Ofenboden ist beweglich, ev. als eine Reihe von Wagen ausgebildet. — Die elektrolytische Zinkgewinnung hat während des Krieges auch in Australien Eingang gefunden[45]). Im Jahre 1917 wurde eine Anlage mit 10 t Tagesproduktion zur Ausnutzung von Wasserkräften in Tasmanien von der Electrolytic Zinc Company of Australia gebaut.

Kupfer. E. Pfann[46]) erörtert die Konzentrationsänderungen des Elektrolyts bei der elektrolytischen Verarbeitung von Glockenbronze. — Das elektrothermische Schmelzen von Kupfer und dessen Legierungen findet immer mehr Beachtung. Die Vorteile einer solchen Arbeitsweise sind: Gute thermische Ausbeute, scharfe Betriebskontrolle, leichte Regulierbarkeit der Temperatur, sauberes und gesünderes Arbeiten, verminderter Abbrand, Erzeugung hochwertigen Materials und die Möglichkeit, in beliebiger Atmosphäre, ev. auch im Vakuum, zu arbeiten. Eine Reihe von Veröffentlichungen liegt vor, welche nähere Angaben über Einsatzgröße, Kraftverbrauch, Temperatur und Verwendungszweck enthalten[47]). — H. E. Greaves[48]) bespricht für dieses Anwendungsgebiet Induktions-, Lichtbogen- und Widerstandsöfen. Für Temperaturen über 1000° C verwendet man in den Widerstandsöfen körnigen Kohlenstoff, welcher in Rinnen aus Siliziumkarbid liegt und das Bad durch Strahlung heizt, für Temperaturen unter 1000° C werden Heizelemente aus Nickel-Chromlegierungen empfohlen. — Die General El. Co.[49]) baut zum Messingschmelzen einen Widerstandsofen mit annähernd quadratischem Herd. Die Widerstandskörper bestehen aus Kohle. An Kraftverbrauchszahlen werden angegeben: I. Für Rotguß 400 kWh/t bei 10-, 250 bei 24stündigem Betrieb. II. Für Messing 350 kWh/t bei 10-, 220 bei 24stündigem Betrieb. — Für den gleichen Zweck werden auch sog. Schaukelöfen vorgeschlagen[50]). Ein solcher Ofen besteht aus einer feuerfest ausgekleideten Trommel und faßt 650 kg Einsatz. Die Elektroden werden an den Stirnseiten horizontal eingeführt. Der Ofen wird mittels Rollenlagern in schaukelnde Bewegung versetzt. Die Kraftverbrauchzahlen werden für 1 Tonne Rotguß und 1180° Gießtemperatur mit 336 kWh bei 10- und 260 kWh bei 24stündigem Betrieb angegeben. — Auf eine den gleichen Gegenstand betreffende Veröffentlichung sei hingewiesen[51]).

Leichtmetalle.

Eine zusammenfassende Veröffentlichung über die Gewinnung von Na, Ca, Mg und Al bringt auch Angaben über Stromdichten, Spannungen, Ausbeuten und Energieverbrauch[52]). — In Amerika wird jetzt im el. Ofen auch Aluminium umgeschmolzen[53]). Es handelt sich um Rohaluminium, welches von der Elektrolyse kommt. Der Ofen, welcher 3 bis 4 t faßt und 500 kW einphasigen Wechselstrom von 25 Per/s benötigt, wird durch zwei U-förmige, hochfeuerfeste Karbidrinnen, welche mit Kohlengrieß gefüllt sind und am Gewölbe liegen, geheizt, von wo die Hitze auf den Einsatz zurückgestrahlt wird.

[1]) H. Goldschmidt, Z. Ver. D. Ing. S 877, 918. — [2]) El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 52. — [3]) H. Baclesse, El. Anz. S 61, 74, 85, 95, 101. — [4]) V. Engelhardt, ETZ S 209. — [5]) El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 595. — [6]) H. Giran, Rev. Gén. El. Bd 6, S 765. — [7]) J. Escard, Rev. Gén. El. Bd 4, S 375. — [8]) P. Papencordt, Met. u. Erz. Bd 16, S 6. — [9]) J. Escard, Rev. Gén. El. Bd 5, S 339. — [10]) P. Bunet, Rev. Gén. El. Bd 5, S 913. — [11]) O. Scarpa, El. Masch.-Bau S 133. — Met. u. Erz S 178. — [12]) V. Engelhardt, ETZ S 109 (nach J. Escard, Génie civil Bd 71, S 65, 92, 106. — [13]) E. F. Ruß, Helios Fachz. S 129. — Stahl u. Eisen S 1629. — [14]) A. Stansfield, Stahl u. Eisen S 754. — [15]) O. Hasler, Bull. Schweiz. EV S 141. — [16]) Lienhardt u. O. Hasler, Bull. Schweiz. EV S 234, 237, 313. — [17]) J. W. Nailor, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 363. — [18]) J. Escard, Rev. Gén. El. Bd 6, S 843. — [19]) J. Bibby, El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 136, 166, 176.

— [20]) H. Etchells, Electr. (Ldn.) Bd 81, S 734. — [21]) J. Escard, Rev. Gén. El. Bd 4, S 575. — [22]) E. F. Ruß, Helios Fachz. S 169, 180. — [23]) F. Hartig, Stahl u. Eisen S 1170. — [24]) R. G. Mercer, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 694. — [25]) Electr. (Ldn.) Bd 81, S 588, 608. — [26]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 563. — [27]) El. World Bd 74, S 125. — [28]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 501. — [29]) El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 37. — [30]) J. Escard, Rev. Gén. El. Bd 6, S 681. — [31]) B. Schudel, Schweiz. Bauztg. Bd 73, S 95, 103, 124. — [32]) R. V. Sawhill, Ir. Tr. Rev. 1917, S 437. — Stahl u. Eisen S 125. — [33]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 438. — [34]) El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 527. — [35]) J. Bibby, Stahl u. Eisen S 506. — [36]) W. H. Booth, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 588. — [37]) A. Sahlin, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 164. — [38]) El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 580, 591, 677, 709. — [39]) V. Stobie, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 526. — [40]) B. Schudel, Schweiz. Bauztg. Bd 74, S 129. — [41]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 375. — [42]) W. H. Easton, El. World Bd 72, S 295. — El. Masch.-Bau S 88. — [43]) M. Sabatier, Rev. Gén. El. Bd 4, S 522. — [44]) F. Tharaldsen, DRP 310462 Kl 40c. — Chem. Centr. Bl. 1919, II, S 258. — [45]) Rev. Gén. El. Bd 5, S 642. — [46]) E. Pfann, Öst. Chem.-Ztg. S 10. — [47]) El. World Bd 70, S 802. — [48]) H. E. Greaves, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 256. — [49]) El. World Bd 73, S 1110. — [50]) Stahl u. Eisen S 723. — [51]) El. Rev. (Ldn.) Bd 83, S 245, 286. — [52]) El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 26. — [53]) Stahl u. Eisen S 1634.

Herstellung chemischer Verbindungen.

Von Professor Dr. K. Brand.

Alkalichloridelektrolyse. Eine sachkundige Beurteilung der verschiedenen Verfahren zur Elektrolyse von Chloralkalien findet sich in einem Aufsatz von Dr. Hans Goldschmidt[1]). Bei uns in Deutschland sind namentlich gut eingeführt das Griesheimer Verfahren mit senkrechten Diaphragmen (1892 arbeiteten nach diesem 600 kW, 1909 schon 25000 kW) und das Aussiger Glockenverfahren, aber auch das von S & H ausgeführte Billiterverfahren mit wagerechten Diaphragmen ist gut durchgearbeitet. Das Glockenverfahren erfordert weniger Ausbesserungen als das Diaphragmenverfahren, doch ist es wegen der Leichtlöslichkeit des Natriumchlorats nur für die Elektrolyse von Kalium-, nicht aber von Natriumchlorid geeignet. Das Quecksilberverfahren verlangt sorgfältige Bedienung und ist trotz der Reinheit der entstehenden Alkalilaugen und trotz der geringen Abdampfkosten in Deutschland nicht beliebt. Die BASF hat ein neues Verfahren von Gauß in Betrieb genommen. Während des Krieges hat die Chlorproduktion durch den Verbrauch für Giftgase (und wohl auch für den als Gegenmittel gebrauchten Chlorkalk — d. R.), eine starke Steigerung erfahren. Im April 1918 betrug die monatliche Produktion 7000 t, und im Oktober 1918 sollte sie sich auf 7500 t belaufen, das entspricht 45000 kW im Monat, da für 1 t Chlor 3900 bis 4000 kWh gebraucht werden. Von großer Bedeutung ist nach Goldschmidt die Unterbringung des für die Zukunft zu erwartenden Überschusses an Chlor, dessen Verwertung auch Razous[2]), Kokatnur[3]) und Horine[4]) besprachen. Horine hält eine erhöhte Nachfrage nach Chlor für möglich und empfiehlt deshalb die Einführung einer Standardzelle. — Die von Harry R. Nelson auf den Anlagen der Warner Chemical Co. zu Carteret, N. J., eingeführten Chlorzellen beschrieb C. F. Carrier[5]). Die in ihnen erhaltenen Alkalilaugen sind frei von Chlorat und Hypochlorit und greifen die Rohre der Verdampfer nicht an. — Die Verfahren von Stahl, Haas und Oettel zur el. Herstellung von Bleichlaugen erörterte E. O. Rasser[6]), und A. G. Betts[7]) schlug vor, bei deren Herstellung zur Verhinderung der kathodischen Reduktion Magnesiumkathoden zu benutzen. — Auf eine eigenartige Einrichtung zur Elektrolyse, auch von Alkalichloriden, mit drehbaren Mittelleitern von Viktor Gerber[8]) sei verwiesen.

Die namentlich für die Alkalichloridelektrolyse so überaus wichtigen Magnetitelektroden sollen nach den Angaben des Hüttenwerks Niederschöneweide, A.-G.[9]), in der Weise erhalten werden, daß Eisenoxyd, Hammerschlag oder

Kiesabbrände in staubfreier Form in ein Sauerstoffgebläse geblasen werden, welches das gebildete Eisenoxyduloxyd gleichzeitig in eine geeignete Form schleudert. — Die Acheson Co. lieferte vor dem Kriege fast den ganzen Bedarf an künstlichem Graphit; nach Goldschmidt[1]) ist die Fabrikation von Graphit in der chemischen Fabrik Aussig und auch in Bodio und Affoldern in der Schweiz mit Erfolg aufgenommen worden. Die Achesonöfen waren 10 m lang und arbeiteten mit 20000 bis 40000 A bei anfangs 200, dann 40 V. Verbraucht wurden 1912 von der Acheson Co. 5000 kW-Jahre zu 15 Doll.

Elektrolyse anderer Verbindungen. Den Verlauf der elektrolytischen Hydrosulfitbildung unter Benutzung eines besonders für leicht oxydable und wärmezersetzliche Verbindungen geeigneten Elektrolyseurs studierten K. und E. Jellinek[10]). — Da die Oxydation von seleniger Säure nicht zu reiner Selensäure führt, so scheiden zu ihrer Darstellung L. M. Dennis und J. P. Koller[11]) Kupfer aus selensaurem Kupfer ab. — Während den beiden Forschern die Herstellung von Perselensäure und Perselenaten nicht gelang, konnte F. Fichter gemeinsam mit J. Müller[12]) und A. Ruis y Miro[13]) die Salze der Perphosphorsäure und Phosphormonopersäure durch Elektrolyse gewinnen. In Gegenwart von Fluorionen erhielten sie bei Benutzung eines aus Kaliumchromat entstehenden Diaphragmas und von Platinelektroden aus Dikaliumphosphatlösungen neben Ozon Lösungen, die die von Schmidlin und Massini[14]) beobachteten Reaktionen zeigten und nebeneinander Salze der Phosphormonopersäure H_3PO_5 und Perphosphorsäure $H_4P_2O_8$ enthielten. Tetrakaliumperphosphat ließ sich sogar in fester Form gewinnen, die Ausbeuten sind bei Verwendung des Dikalium- und Dirubidiumphosphats größer als bei Verwendung des entsprechenden Natrium- oder Ammoniumsalzes. — Zusammenstellungen der über die Herstellung von Wasserstoffsuperoxyd vorliegenden Patent- und wissenschaftlichen Literatur gaben Frère[15]), Mathieu[16]) und Prideaux[17]). — Im Anschluß an eine Schilderung der während der letzten Zeit des Krieges von den Chemikern unter Führung des chemischen Verteidigungsdienstes ausgeführten elektrochemischen Verfahren berichteten W. L. Argo, F. C. Mathers, B. Humiston und C. O. Anderson[18]) über ein neues Fluordarstellungsverfahren. Wasserfreies Kalium- oder vorteilhafter Natriumhydrofluorid wird in einem dickwandigen Kupferkessel, der auch als Kathode dient und nur wenig angegriffen wird, geschmolzen und unter Verwendung einer Graphitanode elektrolysiert. — Die elektrolytische Umwandlung von Quecksilber in ein Quecksilberoxyd, das sich gut schlämmen und dadurch von mitgerissenem Quecksilber weitgehend befreien läßt, soll nach H. Danneel und Elektrizitätswerke Lonza A.-G.[19]) in alkalischer Lösung durch Verwendung einer besonders für diesen Zweck gebauten Anode, nach dem Konsortium für elektrochemische Industrie[20]) in sodaalkalischer Lösung unter dem Einfluß von als Schutzkolloide wirkenden organischen Stoffen bewirkt werden. — Die Brauchbarkeit der schon lange bekannten elektrolytischen Darstellungsmethode für Kupferoxydul aus einer reinen Kupferanode unter Benutzung eines geeigneten Elektrolyts bestätigte L. Moser[21]).

Wie wir, so haben auch die Amerikaner großen Mangel an hochprozentigen Manganerzen, und die Überführung geringer Manganerze in Konzentrate ist dort von gleicher wirtschaftlicher Bedeutung wie bei uns. Den geringen Erzen kann das Mangan durch Schwefelsäure oder schweflige Säure entzogen werden und aus den erhaltenen Lösungen nach G. D. van Arsdale und C. G. Maier[22]) das Mangan entweder an der Kathode als metallisches Pulver (neutrale Lösung) oder an der Anode als dichtes, schwarz glänzendes Mangansuperoxyd (saure Lösung) niedergeschlagen werden.

Karbide, Kalkstickstoff und Nitride. A. Damiens[23]) erhielt durch Reduktion von CeO_2 mit Kohle im el. Ofen CeC_2 und CeC_3 und stellte fest, daß die von Sterba[24]) beschriebene Verbindung $CeC_2 \cdot 2CeO_2$ nicht einheitlich war. Die Bedeutung der Kalziumkarbidindustrie ist durch deren Beziehungen zur Erzeugung des Kalkstickstoffdüngers in den letzten Jahren, besonders aber

im Kriege, gewaltig gestiegen. Zahlreiche zusammenfassende Abhandlungen sind denn auch nach dem Friedensschluß über diesen Gegenstand erschienen, sie sollen hier nur so weit Erwähnung finden, als sie aus besonders sachkundiger Feder stammen oder neue Wege weisen. In seinem schon oben erwähnten Aufsatze behandelt H. Goldschmidt[1]) im Zusammenhange mit dem Kalkstickstoffproblem auch die Gewinnung von Kalziumkarbid. Die von Goldschmidt mitgeteilten technischen Einzelheiten sind heute bereits Gegenstand der chemischen Lehr- und Handbücher geworden, so daß sich der Bericht auf die Wiedergabe der wirtschaftlichen Erörterungen beschränken kann. Das Kalziumkarbidverfahren kann heute zu den hüttenmännischen gerechnet werden, 1 kg CaC_2 braucht 3,5 bis 4 kWh. Als Nebenprodukt gewinnt man Ferrosilizium und bei Verwendung billiger Wasserkräfte, bei guter Ausbeute und bei niedrigen Löhnen soll 1 t CaC_2 80 M. kosten; auf diesen Preis sollen während des Krieges die bayerischen Werke — wohl ohne Abschreibungen und Verzinsungen — gekommen sein. Bei Benutzung von Dampfkraft steigt der Preis auf 120 M. und bei achtstündiger Arbeitszeit sogar auf über 200 M. die Tonne. Noch nicht beseitigt ist die Staubplage, vielleicht gelingt es, ihrer mit Hilfe des Cottrellverfahrens Herr zu werden. — Die Nutzbarmachung des bei der Kalziumkarbidbereitung entweichenden Kohlenoxyds zur Herstellung von Formiaten und Oxalaten empfiehlt Razous[25]). Der für die Überführung des Karbids in Kalkstickstoff nötige Stickstoff muß frei von Sauerstoff sein und wird nach dem Lindeverfahren zum Preise von 0,4 bis 1 Pf. für 1 m^3 hergestellt. Setzt man den Düngewert des Chilesalpeters gleich 100, so ist der des Kalkstickstoffs 80 und der des Ammonsulfats ebenfalls 100, wobei aber zu berücksichtigen ist, daß Kalkstickstoff noch ein Jahr nachwirkt. Die Verwendung des Kalkstickstoffs ist durch sein Stäuben und seine Ätzwirkung erschwert; anderseits ist die Unterdrückung des Hederichs durch Kalkstickstoff vorteilhaft. Der Preis für 1 kg N im Kalkstickstoff von 60 Pf. (Strompreis 0,5 bis 1 Pf./kWh) erhöhte sich im Kriege aufs Doppelte, während 1 kg N als Ammoniak nach Haber-Bosch auch im Kriege nur 65 Pf. kostete, d. i. $^2/_3$ des Preises für N im Chilesalpeter. Die Umwandlung von Ammoniak in Ammonsulfat berechnet Goldschmidt zu 5 Pf. für 1 kg N. Bei einem Strompreise von 2 Pf./kWh ist der Kalkstickstoff sogar nach Umwandlung in Ammonsulfat noch wettbewerbsfähig, wenn auch Ammoniak nach Haber-Bosch billiger ist. Bei den hohen Preisen für Chilesalpeter (in Holland, England und Frankreich 1 kg N 9 bis 11 M.) ist eine dauernde Konkurrenz des Kalkstickstoffs mit dem Chilesalpeter nicht ausgeschlossen. Die deutsche Produktion betrug während des Krieges 150000 bis 200000 t, bei vollständiger Ausnutzung der bestehenden Werke dürfte sie auf 400000 bis 500000 t Kalkstickstoff steigen. Wichtig für die Rentabilität der Kalziumkarbidindustrie und der davon abhängigen Verfahren — auch Azetylen-, Aldehyd-, Alkohol-, Essigsäure-, Azeton-, Isopren-, Kautschukgewinnung — ist billige Kraft für die Erzeugung des CaC_2, eine Bedingung, die vielleicht nur in Bayern gegeben ist. Aber auch am Walchensee ist die Kraft, die sich nach dem Preise der Ruhrkohle auf dem Verschiebebahnhofe Nürnberg richtet, schon zu teuer (1,5 Pf./kWh).

Da die von dem Kriegsdepartement in Sheffield, Alabama, zur Ausführung des Haberverfahrens errichtete U. S. Nitrate Plant Nr. 1 den in sie gesetzten Hoffnungen nicht entsprach, wurde eine nach dem Cyanamidverfahren arbeitende Anlage, U. St. Nitrate-Plant Nr. 2, in Muscle Shoals errichtet, die nach Andrew M. Fairlie[26]) zehn Betriebsabteilungen besitzt. Das erzeugte CaC_2 ist 82,3proz., es wird in 1536 Öfen in Kalkstickstoff verwandelt, der in 56 Autoklaven in Ammoniak umgesetzt wird, und 696 Kontakteinheiten verbrennen das gewonnene Ammoniak zu Salpetersäure.

Über die amerikanische Beurteilung der Herstellung von künstlichen Stickstoffverbindungen berichtet W. A. Dyes[27]) an der Hand eines Berichts von Charles L. Parsons, namentlich auch über das Cyanidverfahren des letzteren. — Wie Goldschmidt[1]) mitteilt, wird über das Serpeksche Verfahren zur

Herstellung von Aluminiumnitrid viel Unrichtiges gesagt, nach Ansicht von namhaften Chemikern (Matignon, Héroult und Richards) hat es zurzeit noch keine Aussicht, in die Großindustrie übernommen zu werden. — Nach Williamson[28]) wird Alundum aus Bauxit in der Weise gewonnen, daß man den Bauxit bei 1300° im Drehofen trocknet und dann im el. Ofen auf 2050° erhitzt.

Elektrokali wird nach einem Verfahren von A. Lindblad und L. Yngström durch Erhitzen von Leptit, Kaligneis oder Kalifeldspat mit Kohle und Eisenschrott im el. Ofen neben Ferrosilicium gewonnen. Von Söderbaum angestellte Düngeversuche mit Elektrokali hatten günstigen Erfolg, während P. Ehrenberg, O. Nolte, E. Haslinger-Hahn und J. P. van Zyl, Göttingen[29]) zum entgegengesetzten Ergebnis kamen und dem Elektrokali keine aussichtsreiche Zukunft versprechen können.

Elektrische Gasreaktionen. Einen U-förmigen Ozonisator, bei dem beide Schenkel als Ozonisationsröhre ausgebildet sind, ließen sich S & H[30]) schützen. — Wie E. B. Maxted[31]) fand, stellt sich bei der Einwirkung eines Hochspannungsbogens auf Wasserstoff und Stickstoff bzw. auf Ammoniak ein Gleichgewichtszustand zwischen den drei Gasen ein, der mehr Ammoniak aufweist, als man nach den bisherigen Untersuchungen erwarten sollte. Maxted führt seine Ammoniaksynthese auf eine Verschiebung des Ammoniakgleichgewichts bei Temperaturen über 2000° nach der Ammoniakseite hin zurück. Dieser Erklärung widersprachen Briner[32]) und seine Mitarbeiter Baerfuß und Naville in verschiedenen Abhandlungen, ebenso Hamburger[33]). Nach Briner beruht die Ammoniakbildung in der Hochspannungsflamme nicht auf einer Reaktion zwischen Wasserstoff- und Stickstoffmolekülen, sondern zwischen den aus diesen gebildeten Atomen. Auch bei der Stickstoffverbrennung zu NO spielen nicht Moleküle, sondern Atome des Stick- und Sauerstoffs die wesentliche Rolle. Die Unterschiede bei der Synthese von Ammoniak und Stickoxyd beruhen auf der verschiedenen Stabilität der beiden Verbindungen.

Die Luftverbrennung zur Erzeugung von Salpetersäure kommt für Deutschland wegen des Fehlens geeigneter Wasserkräfte nicht in Frage, bei uns wird die Verbrennung des nach verschiedenen Methoden leicht zugänglichen Ammoniaks auch im Frieden die Salpetersäuregewinnung beherrschen. Erhöhung der HNO_3-Konzentration auf 40 mg im Liter Gas und der Ausbeute auf 720 kg HNO_3 für das kW-Jahr wollen die Norsk Hydro-Elektrisk Kvaelstofaktieselskab[34]) durch geeignete Zuführung der Gase zu den Öfen erreichen. Vorrichtungen zur Stabilisierung der Flammenscheibe und zur Schonung der Elektroden gegen Abbrand unter gleichzeitiger Verlängerung der Ofenkampagne ließ sich die Bergwerksgesellschaft Georg v. Giesches Erben[35]) patentieren. — Kilburn-Scott[36]) sieht den Nachteil der Luftsalpeteröfen von Birkeland-Eyde, Schönherr, Pauling und Moscicki vor allen Dingen darin, daß bei ihnen mehr oder weniger große Mengen der die Öfen durchströmenden Luft mit dem Lichtbogen nicht in Berührung kommen. Er schlägt deshalb den Bau eines Dreiphasenofens vor, bei dem die Elektroden mit den dazwischen befindlichen Schamottesteinen so angeordnet sind, daß ein geschlossener konischer Raum von sechseckigem Querschnitt gebildet wird, an dessen verjüngtem Ende die Luft eingeführt wird. Der durch die Elektroden zugeführte Dreiphasenstrom erzeugt einen sehr rasch, z. B. 50mal in der Sekunde drehenden Lichtbogen, so daß die durch den Ofen strömenden Luftteilchen mit diesem in innige Berührung kommen, wodurch die Ausbeute an Salpetersäure um 50% steigt. Es soll am zweckmäßigsten sein, zur Bindung des Luftstickstoffs nur die sog. Abfallenergie der Wasserkräfte zu verwerten[37]). Das von H. Andriessens[38]) erfundene und ausgearbeitete Verfahren ist am geeignetsten für die Schweizer Verhältnisse[39]). Andriessens hat die bei der Verbrennung von Luftstickstoff obwaltenden Verhältnisse in einem ausführlichen Aufsatz, der namentlich für jeden Elektrotechniker lesenswert ist, beschrieben. Er kommt zu dem Schluß, daß alle bisherigen Ofenkonstruktionen dem chemischen Prozeß, dem sie dienen

sollen, nur ganz mangelhaft angepaßt sind. Es ist ihm nach seiner Ansicht gelungen, die Fehler der bisherigen Konstruktionen bei seinem Ofen zu vermeiden und die Konzentration einer großen Lichtbogenenergie auf eine kleine Reaktionsfläche zu verwirklichen. Versuche mit dem Verfahren bei einer Dauerbelastung bis zu 50 kW ergaben, daß die mit ihm erreichten Ausbeuten an Salpetersäure wesentlich höher sind als bei dem Verfahren von Birkeland und Eyde. — Oxydation und Absorption der Stickoxyde will Pauling[40]) dadurch vervollkommnen, daß er bei wechselnder Temperatur arbeitet; höhere Temperatur begünstigt die Oxydation des NO, niedere die Absorption der dabei entstandenen Oxydationsprodukte. — Zur Konzentration[41]) der verd. Salpetersäure wird das Trockenmittel und die verd. HNO_3 jedes für sich erhitzt und aus der heißen Mischung beider im Gegenstrom mit Luft oder einem indifferenten Gase die konz. Salpetersäure abgetrieben.

Sterilisation und Reinigung von Wasser. Nach Goldschmidt[1]) ist die Reinigung von Wasser mit Ozon für große Städte zu teuer, für Fabriken kann sie aber unter günstigen Bedingungen gelegentlich vorteilhaft sein. Bei der von Clarence Patterson Landreth[42]) vorgeschlagenen Vorrichtung zur elektrochemischen Behandlung von Trink- und Gebrauchswasser sind die Elektroden gruppenweise so angeordnet, daß bei Kurzschluß oder Bruch sämtliche Elektrodenplatten einer Gruppe ohne Arbeitsunterbrechung ausgeschaltet werden können. Die Abwasserreinigung in Frankreich besprach P. Loriette[43]) unter besonderer Berücksichtigung der Holzzellstoff- und Papierfabriken.

Kolloide und Osmose. Da überhitztes Quecksilber beim Einblasen in Wasser in hochdispersen Verteilungszustand übergeht, so halten The Svedberg und Ivar Nordlund[44]) die Joulesche Wärme bzw. die durch sie bedingte Vergasung der Metalle bei der elektrol. Herstellung von kolloidalen Metallen für wesentlich. — V. Kohlschütter[45]) beschrieb die Darstellung von Kolloiden durch sog. Entladungselektrolyse, d. i. die Vereinigung eines elektrolytischen Vorgangs mit der schwingenden Entladung eines Kondensators, und A. Gutbier und G. L. Weise † [46]) die Bildung von kolloidalem Selen durch Elektrolyse von verd. Selendioxydlösung bei Gegenwart einer Spur Alkali.

Zahlreiche Vorschläge sind gemacht worden, das Verfahren des Grafen Schwerin, das nach Ormandy[47]) während des Krieges auch in England Eingang fand, zu vervollkommnen und ihm neue Anwendungsgebiete, z. B. zur Reinigung und Veredlung von Zellulosepräparaten, Anreicherung von radiumhaltigen Stoffen zu sichern. Die Patentnummern der der Elektro-Osmose-A.-G.[48]) (Graf Schwerin-Gesellschaft) geschützten Verfahren und Vorrichtungen sind unten angegeben.

Organische Verbindungen. Die Kolbesche Synthese von aliphatischen Kohlenwasserstoffen beruht nach Brown und Walker[49]) auf Kohlensäureanhydridabgabe der an der Anode entladenen Anionen der Säuren der Essigsäurereihe. Auf Grund eingehender Versuche, auch über die thermische Zersetzung der Peroxyde der Fettsäuren, sehen F. Fichter und E. Krummenacher[50]) das Wesen dieser Synthese in einem anodischen Oxydationsvorgang, bei dem Peroxyde und Persäuren der Essigsäurereihe eine wichtige Rolle spielen. — Die technisch wichtige Untersuchung der Steinkohlenparaffine aus Tieftemperaturteer wurde dadurch gefördert, daß es W. Gluud[51]) gelang, die von Petersen[52]) ausgearbeitete Form der Kolbeschen Synthese auf die Herstellung von Oktakosan aus einer Mischung von Palmitin- und Myristinsäure auszudehnen. — Den als Ausgangsmaterial für die therapeutisch wichtigen Tropinderivate dienenden Succinylodiessigester erhielt R. Willstätter[53]) durch Elektrolyse von Salzen des Azetondikarbosäuremonoesters. — Zusammen mit W. Schenck †[54]) und A. Herzog[55]) untersuchte F. Henrich die Anodenvorgänge bei der Elektrolyse von citracon- und glutaconsauren Salzen unter Verwendung eines besonders für diese Zwecke konstruierten Elektrolyseurs. Citraconsaure Salze lieferten als wesentlichen Bestandteil der Anodenprodukte Allylen, glutaconsaure Salze Acrolein und Azetylen. — J. Feyer[56]) veröffent-

lichte eine eingehende Untersuchung über die elektrolytische Chloroformdarstellung aus Azeton und aus Alkohol. Neu und für die Strom- und Materialausbeute an Chloroform wichtig ist die Verwendung einer „Neutralisationskathode", welche die Zersetzung des gebildeten Chloroforms durch Alkali verhindert. — Puxeddu[57]) reduzierte p-Oxyazophenol zu p-Aminophenol und Anilin und Martin Freund[58]) Chlorodihydrokodid zu Dihydrodesoxykodein ($C_{18}H_{23}O_2N$) und das isomere Dihydrodesoxykodein zu α-Tetrehydrodesoxykodein ($C_{18}H_{25}O_2N$). — Ein Verfahren zur elektrochemischen Behandlung von chemischen Verbindungen usw., z. B. zur Hydrogenisierung (Härtung) von Tran ließ sich F. A. Aubert Wielgolaski[59]) patentieren.

Wie H. P. Kaufmann[60]) feststellte, führte die Einwirkung der dunklen elektrischen Entladung auf Azetylen zu anderen Verbindungen als dessen pyrogene Zersetzung, es entstehen aromatische Substanzen mit mindestens einer Methingruppe.

[1]) Goldschmidt, Z. Ver. D. Ing. S 877. — Umschau S 765. — [2]) Razous, Ind. Chimique Bd 5, S 50, 74, 99, 127. — [3]) Kokatnur, Chem. Met. Eng. Bd 19, S 667. — [4]) Horine, Ebd. Bd 21, S 69. — [5]) Carrier, Ebd. Bd 21, S 133. — [6]) Rasser, Seifenfabrikant Bd 38, S 166. — Z. f. d. ges. Textilindustrie Bd 22, S 54, 63, 73. — [7]) Betts, Chem. Trade Journ. Bd 65, S 388. — JB 1918, S 135. — [8]) Gerber, DRP 311798. — [9]) Hüttenwerk Niederschöneweide, DRP 301762. — [10]) K. u. E. Jellinek, Z. phys. Chem. Bd 93, S 325. — [11]) Dennis u. Koller, J. Am. Chem. Soc. S 949. — [12]) Fichter u. J. Müller, Helv. chim. Acta Bd 1, S 297. — [13]) Fichter u. Ruis y Mirò, Ebd. Bd 2, S 3. — [14]) Schmidlin u. Massini, Ber. D. Chem. Ges. 1910, S 1162. — [15]) Frère, Rev. des produits chim. Bd 21, S 211. — [16]) Mathieu, Ebd. Bd 21, S 117. — [17]) Prideaux, Ebd. Bd 21, S 231. — J. Soc. Chem. Ind. Bd 37, S 257. — [18]) Argo, Mathers, Humiston u. Anderson, Chem. Engineer Bd 27, S 107. — J. Phys. Chem. Bd 23, S 348. — [19]) Danneel u. EWe Lonza, DRP 311173. — [20]) Kons. Chem. Ind., DRP 315656, 315657. — [21]) Moser, Z. anorg. u. allg. Chem. Bd 105, S 112. — [22]) Arsdale u. C. G. Maier, Trans. Am. Electr. Soc. Bd 33, S 109. — [23]) Damiens, Ann. de chimie R. 9, Bd 10, S 137, 330. — [24]) Sterba, C. R. Bd 134, S 1056 (1902). — [25]) Razous, Ind. chim. Bd 5, S 127. — [26]) Fairlie, Chem. Met. Eng. Bd 20, S 8. — [27]) Dyes, Z. ges. Schieß- u. Sprengstoffwes. Bd 13, S 37, 58. — J. Soc. Chem. Ind. Bd. 36, S 1081. — [28]) Williamson, Metal Ind. Bd 16, S 128. — [29]) Ehrenberg, Nolte, Haslinger-Hahn u. J. P. van Zyl, J. Landwirtsch. Bd 66, S 209. — [30]) S & H, DRP 312642. — [31]) Maxted, J. chem. Soc. London Bd 113, S 168; Bd 115, S 113. — J. Soc. chem. Ind. Bd 37, S 232. — [32]) Briner, Baerfuß u. Naville, Helv. chim. Acta Bd 2, S 95, 162, 348. — J. Chim. phys. Bd 17, S 71. — [33]) Hamburger, Chem. Weekblad Bd 16, S 560. — [34]) Norsk Hydro-El. Kvaelsf. A. S., DRP 310859. — [35]) G. v. Giesches Erben, DRP 310270, 311456. — [36]) Kilburn-Scott, Ind. chim. Bd 5, S 10, 36, 59. — [37]) Schweiz. Wasserwirtsch. Bd 11, S 47. — [38]) Andriessens, Z. Elchemie S 255. — [39]) Bull. Schweiz. EV Nr 11. — [40]) Pauling, DRP 306353. — [41]) Pauling, DRP 305553. — [42]) Landreth, DRP 308877. — [43]) Loriette, Rev. produits chim. Bd 21, S 20, 36, 52, 88, 132. — [44]) Svedberg u. Nordlund, Kolloid-Ztschr. Bd 24, S 1. — [45]) Kohlschütter, Z. Elchemie S 309. — [46]) Gutbier u. Weise, Ber. D. Chem. Ges. S 1374. — [47]) Ormandy, Engin. Bd 108, S 43. — [48]) Elektro-Osmose-A.-G., DRP 311052, 310681, 311053, 311663, 305512, 307701, 307702, 316444, 316494, 316495, 316496, 316593, 305118, 311260. — [49]) Brown u. Walker, Ann. chem. Bd 261, S 107. — [50]) Fichter u. Krummenacher, Helv. chim. Acta Bd 1, S 146. — [51]) Gluud, Ber. D. Chem. Ges. S 1039. — [52]) Petersen, Z. Elchemie Bd 12, S 144. — [53]) Willstätter, DRP 300672. — [54]) Henrich u. Schenck, Ber. D. Chem. Ges. S 2120. — [55]) Henrich u. Herzog, Ber. D. Chem. Ges. S 2126. — [56]) Feyer, Z. Elchemie S 115. — [57]) Puxeddu, Gazz. chim. it. Bd 48, II, S 25. — [58]) Freund, Ber. D. pharm. Ges. Bd 29, S 110. — [59]) Wielgolaski, DRP 304479. — [60]) H. P. Kaufmann, Ann. Chem. Bd 417, S 34.

C. Elektrisches Nachrichten- und Signalwesen.

X. Telegraphie.

Telegraphie auf Leitungen. Von Postrat Artur Kunert, Emden. — Telegraphie ohne fortlaufende Leitung. Von Ministerialrat Prof. Dr. Franz Breisig, Berlin.

Telegraphie auf Leitungen.

Von Postrat Artur Kunert.

Allgemeines. Über die Untersuchungen und Neuerungen, die während der Kriegszeit durchgeführt sind, erscheinen allmählich Veröffentlichungen. Die Ausdehnung des Leitungsnetzes, die Vermehrung des Apparatbestandes und die Einführung neuer Apparate werden stark durch die Schwierigkeit der Rohstoffbeschaffung beeinträchtigt. — Die Welterzeugung an Kautschuk[1]) ist während des Krieges ganz erheblich gestiegen; sie betrug 1917: 257000 t gegen 1910: 70000 t. — Künstlicher Kautschuk[2]) ist während des Krieges von verschiedenen Firmen hergestellt worden, so von der Badischen Anilin- und Sodafabrik in Ludwigshafen, der Farbenfabrik von Friedr. Bayer & Co. in Leverkusen u. a. Aus wachsähnlichen Stoffen, mit Gummi, Harzen oder Asphalten gemischt, lassen sich Erzeugnisse gewinnen, welche Eigenschaften der natürlichen Guttapercha haben. Z. B. wird Gutta-Gentzsch aus Kautschuk und Wachs mit hohem Schmelzpunkt durch inniges Durchkneten hergestellt (DRP 111088); nach einem Zusatzpatent (142166) können die Wachse auch durch Asphalt, Teer oder Pech ersetzt werden, deren Schmelzpunkte durch Eintropfen von Wasser erhöht werden. Ebenso besteht eine französische Kunstguttapercha (FP 327745) aus einer Mischung von Kautschuk mit Harz, Wachs oder pechartigen Stoffen: Harz- oder Pflanzenwachsseife wird mit Kautschuk zusammen geknetet, geschmolzen, zerkleinert und gesiebt, dann auf 170 bis 180° C erhitzt, mit 75 Teilen Kalkmilch verrührt und mit etwa gleichen Mengen Kautschuk verknetet und ausgewalzt. — Die Welterzeugung an Kupfer betrug 1914 0,929, 1915 1,083, 1916 1,406, 1917 1,435 und 1918 1,395 Mill. t.

Theorie. R. Holm[3]) entwickelt, gestützt auf die Arbeiten von Poincaré und K. W. Wagner, Formeln über die Fortpflanzung schnelltelegraphischer Zeichen auf Leitungen mit vergrößerter Induktivität, insbesondere auch auf pupinisierten Leitungen. Verfasser weist nach, daß die Wellenfront infolge der punktförmigen Verteilung der Induktivität nicht steil bleibt, sondern abgeflacht wird, und zwar um so mehr, je weiter man sich vom Anfange der Leitung entfernt. Auch die Einwirkung der dielektrischen Hysterese auf die Abflachung der Wellenfront wird untersucht. — J. B. Pomey[4]) behandelt die Ausbreitung des Stromes in künstlichen Leitungen aus einer endlichen Zahl von Spulen usw. für die Fälle, daß die EMK am Anfange sich nach dem Zeitgesetz $e^{i\omega t}$ ändert (Dauerzustand bei Sinusschwingungen), daß sie zu einem bestimmten Zeitpunkt von Null auf einen Wert E steigt, den sie beibehält (Ein-

schaltvorgänge), und drittens, daß die EMK sich nach dem Einschalten nach einem beliebigen Gesetz ändert. Viertens sei der Zustand zu bestimmen, der sich aus einem Anfangszustand entwickelt, wenn keine EMK im Stromkreis tätig ist, und fünftens werde die zeitlich veränderliche EMK in einem Zeitpunkt angeschaltet, in dem die Leitung sich nicht im Ruhezustand befindet. Bei den für die beiden letzten Fälle entwickelten Formeln ist der Übergang zur Grenze $n = \infty$ nicht angegeben, so daß sie auf wirkliche Leitungen nicht anwendbar sind. — J. L. Taylor[5]) untersucht die Leitungs- und Stromverhältnisse für Morse-Vierfachbetrieb. — K. W. Wagner[6]) berichtet über die wissenschaftlichen Grundlagen und die geschichtliche Entwicklung der Mehrfachtelegraphie mit schnellen Wechselströmen sowie über die neueren erfolgreichen Arbeiten des Telegraphen-Versuchsamts auf diesem Gebiete. Der Grundgedanke des Verfahrens besteht darin, daß man die Gleichstromquelle im Sender durch eine Wechselstromquelle ersetzt, wobei die Periodendauer kurz sein muß im Vergleich zu den Stromschwankungen, die das zu übertragende Zeichen kennzeichnen. Die Möglichkeit, mehrere Nachrichten gleichzeitig zu befördern, ist dadurch gegeben, daß man jeden Empfangsapparat in irgendeiner Weise elektrisch oder akustisch auf eine der benutzten Frequenzen abstimmt. Die Telegraphierversuche sind in der Hauptsache mittels der von den Deutschen Telephonwerken hergestellten Apparate nach H. Faßbender und E. Habann[7]) mit 230000 und 500000 Per/s angestellt worden. Als Sender dient eine Röhre mit Rückkoppelung. Durch eine Art von amerikanischem Ruhestrombetrieb wird erreicht, daß jeder Sender zugleich als Empfänger für den Sender am anderen Leitungsende dient. Die Schwingungsfrequenzen beider Sender liegen so dicht beieinander, daß der Schwebungston in den Fernhörern an beiden Leitungsenden empfangen wird. Mit 0,05 W Schwingungsenergie wurden 200 km oberirdischer Leitung aus 3 mm starken Kupferdrähten sicher überbrückt. An eine Leitung kann man mehrere Sender verschiedener Schwingungsfrequenz zur Mehrfachtelegraphie anschließen. Am Empfangsende wird jeder dieser Hochfrequenzströme durch eine sog. „Siebkette" dem zugehörigen Empfangsapparat zugeführt. Für die Telegraphie sind die Frequenzen über 75000 in Aussicht genommen. Bei der Wichtigkeit dieser Neuerung finden sich darüber auch verschiedene Veröffentlichungen in ausländischen Zeitschriften[8]), zumal ähnliche Versuche auch in Amerika zwischen Baltimore und Pittsburgh mit Erfolg angestellt worden sind; ein Telegramm wurde in gewöhnlicher Weise übertragen, vier weitere beeinflußten Hochfrequenzschwingungen verschiedener Frequenz. — J. F. Lloyd[9]) schlägt für Fehlerortsbestimmungen in einadrigen Seekabeln folgendes Verfahren vor: Man gleicht zunächst die Brücke auf den wahren Nullpunkt mit Stromstärken im Verhältnis 1 : 2, z. B. 10 und 20 mA, ab (Ablesungen A und B); darauf mißt man nach Black bei falschem Nullpunkt mit den halben Stromstärken, also mit 5 und 10 mA (Ablesungen A' und B'). Dann ist der Fehlerabstand $x = A - 2(A - B) - 2{,}41\,d$, wo $d = A' - B'$ ist. Führt man je 3 Messungen auf den wahren und falschen Nullpunkt aus (B mit 20, A mit 10, C mit 5, B' mit 10, A' mit 5 und C' mit 2,5 mA), so liegt eine gut ausgebildete Fehlerstelle vor, wenn $(C' - A')/(A' - B') = d'/d \leqq 2$ ist; in diesem Falle liefern die mit den höheren Stromstärken bei wahrem Nullpunkt gemessenen Werte gute Ergebnisse. Ist dagegen $d'/d > 2$, so ist der Fehler sehr klein oder mit Schlamm bedeckt; dann empfiehlt es sich, die mit den kleineren Stromstärken gemessenen Werte zu benutzen. Ist $d'/d > 3$, so wird x nur ein Annäherungswert. Zur Berechnung des Fehlerabstandes können auch die Formeln $x = A' - (A' - B')\,P$ für $d'/d \leqq 2$ oder $x = C' - (C' - A')\,P$ für $d'/d > 2$ benutzt werden. P ist einer vom Verfasser entworfenen Tafel zu entnehmen; P ist z. B. für $d = 2{,}5$ gleich 3,45 und für $d = 20$ gleich 2,99. — Brauns[10]) behandelt die Einwirkung von Starkstromanlagen auf Schwachstromleitungen, leitet die dafür geltenden Gesetze und für alle vorkommenden Fälle Formeln ab, welche die Leerlaufspannung, den Kurzschlußstrom, die Einwirkung auf die Betriebsapparate usw. zu berechnen gestatten.

Freileitungen. W. Kinberg[11]) hat die Faustformeln für die Berechnung hölzerner Leitungsmaste hinsichtlich der Vergleichung einfacher und gekuppelter Stangen weiter untersucht (JB 1917, S 53) und Umbruchversuche angestellt. Für den Telegraphenbau ist aus den Ergebnissen von Interesse, daß Gipfelholz größere Bruchfestigkeit als Stockholz hat; Stämme aus Waldungen höherer Lagen sind fester als Talholz. Bei Zerreißversuchen ergab sich eine höhere Festigkeit der äußeren als der inneren Lagen; das Stockholz hat dabei ebenfalls höhere Festigkeit als Zopfholz, während der Länge nach die mittleren Teile eines Holzstammes die größte Festigkeit aufweisen. — E. Nather[12]) prüft die Belastungsverhältnisse von Telegraphenstangen, die er für angeeiste Leitungen und einen gleichzeitigen Winddruck von 150 kg/m² bereits früher (JB 1918, S 140) untersucht hat, für geringere Windstärken nach; er findet dabei, daß die früheren Folgerungen sich nicht wesentlich ändern. Aus jahrzehntelangen Winddruckbeobachtungen des Observatoriums auf der Hohen Warte in Wien schließt er, daß für Telegraphenlinien ein Höchstwinddruck von 100 kg/m² und bei der Berechnung auf Eislast und Winddruck ein solcher von 50 kg/m² den strengsten Anforderungen genügt. — L. Kallir[13]) stellt die in verschiedenen Ländern üblichen Grundsätze über die Berücksichtigung der zulässigen Belastung von Freileitungen durch Eis und Rauhreif sowie die bisher veröffentlichten Erfahrungen zusammen und regt allgemeine Beobachtungen über Art und Dicke der Ablagerungen, über die Stärke des gleichzeitig auftretenden Winddrucks, die Temperatur sowie sonstige Nebenumstände an. Der Elektr. Verein Wien will die Beobachtungen bearbeiten und veröffentlichen. — E. Picault[14]) berichtet über Festigkeitsprüfungen der Französischen Telegraphenverwaltung an mit Kupfervitriol getränkten Kiefern- und Fichtenhölzern. Für 4,5 m lange Stangenabschnitte wurden die Biegungsbelastungen M_d und M_r bestimmt, welche der Elastizitätsgrenze und dem Bruch entsprechen. Bezeichnet man noch mit M_s das Moment für die als höchstzulässig angenommene Beanspruchung von 0,7 kg/mm², so ergaben sich bei den Versuchen für das Verhältnis M_r/M_s Werte zwischen 6,6 und 11,7, i. M. 8,7; die Hälfte aller Werte lag zwischen 7,7 und 9,9. Das Verhältnis M_d/M_s schwankte zwischen 3,8 und 6,8, der Mittelwert betrug 5,06; M_s liegt also genügend weit unter der Elastizitätsgrenze. Für M_r/M_d lieferten die Versuche Werte zwischen 1,43 und 2,10, i. M. 1,73. Aus den Versuchen errechnet der Verfasser für 8 m lange Stangen mit einem Durchmesser von 18 cm am Erdboden und 11 cm Zopfstärke, die 1,5 m tief in die Erde eingesetzt werden, eine zulässige Belastung von 60 kg am Zopfende. — Haushalter[15]) bringt vergleichende Angaben über die Kosten von unzubereiteten amerikanischen Weiß- und Rotzederstangen. An einer Linie zwischen Savannah und Meldrin wurden Versuche darüber angestellt, wie lange es dauert, bis der Querschnitt am Erdboden durch Fäulnis so verringert ist, daß der Sicherheitsfaktor auf die Hälfte des ursprünglichen Wertes herabgesunken ist; diese Zeit wird als Lebensdauer angesehen und damit werden die jährlichen Kosten eines Stützpunktes berechnet. Die gewonnenen Zahlenwerte passen nur für amerikanische Verhältnisse. — R. Nowotny[16]) weist an durchgerechneten Beispielen nach, daß es auch unter den jetzigen Verhältnissen außerordentlich unwirtschaftlich ist, wenn man sich durch den Preis und die sonstigen Schwierigkeiten verleiten läßt, unzubereitete Stangen zu verwenden. — Oskar Szilas[17]) gibt ein Verfahren zur Ermittelung von Leitungsdurchhängen aus zeichnerischen Darstellungen an, das hauptsächlich auf die Verhältnisse der Starkstromanlagen zugeschnitten, aber auch für andere Zwecke brauchbar ist.

Kabel. In englischen und amerikanischen Tageszeitungen[18]) wird darüber Beschwerde geführt, daß die englisch-amerikanischen Kabel den Verkehr nicht mehr bewältigen können. Ebenso wird über starke Verzögerungen im Verkehr Englands mit Australien und dem fernen Osten geklagt[19]). Von den sechs Kabeln der Eastern Co. sind zwei längere Zeit unterbrochen gewesen, die beiden indoeuropäischen Leitungen und die Linien der Großen Nordischen Telegr.-Ges.

sind seit Kriegsbeginn unbenutzbar. Auch in einer Besprechung des Jahresberichts der englischen Telegraphenverwaltung[20]) werden die Ursachen der Telegrammverzögerungen auf den Kabeln erörtert; die Legung eines neuen Kabels nach Gibraltar und von da weiter über Aden nach Singapore wird in Aussicht gestellt. — Ch. Bright[21]) erörtert ebenfalls ausführlich die Ursachen des mangelhaften Kabelbetriebes und schlägt als Abhilfe vor: Legung eines Staatskabels von England nach Halifax für Schnellbetrieb, eines zweiten Pacifikkabels mit einer besonderen Landlinie durch Kanada und eines Kabels von Gibraltar nach Bathurst (Westafrika), Zahlung von Unterstützungen an Kabelgesellschaften für die Legung neuer Kabel, Vermehrung der Kabeldampfer zur Beschleunigung der Instandsetzungen, Ermäßigung der Gebühren, gleichzeitig aber Verkürzung der Telegramme durch Verbesserung der Code, Verstaatlichung von Kabelgesellschaften oder wenigstens Einsetzung einer staatlichen Überwachungsbehörde. — Ll. Preece[22]) erörtert den Plan einer neuen weltumspannenden, rein englischen Telegraphenverbindung von Neuschottland über England, West- und Südafrika, Mauritius, Australien, Neu-Seeland, Fidschiinseln, Fanning nach Vancouver mit einer Abzweigung von Mauritius nach Indien, die 27000 Seemeilen (1 Sm = 1,855 km) Kabel und 3000 Sm Landleitung mit etwa 12 Anstalten enthalten soll. Die Anlagekosten werden auf 100 bis 140 Mill. Goldmark (GM), die jährlichen Betriebskosten auf 1,5 Mill. GM, die Jahreseinnahme bei Zugrundelegung einer Wortgebühr von 4 Pf für Zeitungstelegramme und von 16 Pf für gewöhnliche Telegramme auf wenigstens 1,6 Mill. GM veranschlagt. Dabei wird angenommen, daß das Kabel durchweg mit einer Sendegeschwindigkeit von 50 Wörtern in der Minute in jeder Richtung gleichzeitig betrieben werden kann; 10 bis 11 Stunden sollen für Zeitungsnachrichten, die übrige Zeit für Regierungs- und Geschäftstelegramme zur Verfügung stehen. E. Raymond-Barker[23]) weist auf zahlreiche Unrichtigkeiten in den Berechnungen und Schätzungen hin, er hält den Plan für undurchführbar, wirtschaftlich verfehlt und unerwünscht. — Für die Zwecke der Pariser Friedenskonferenz[24]) sind zwischen England und Frankreich sechs neue Kabel verlegt worden, auf denen täglich über 100000 Wörter befördert werden. Davon sind zwei durch Treibminen unterbrochen worden, auch andere Kanalkabel sind bereits durch Minen beschädigt. — Die englische Verwaltung hat ein neues Kabel[25]) zwischen Penzance und Halifax durch Umlegung des früheren deutschen Kabels Emden-Horta-New York geschaffen[26]) und in Betrieb genommen. — Die Falklandinseln[27]) sind durch ein Kabel nach Montevideo an das Weltnetz angeschlossen worden. Die Central & South American Tel. Co. hat ein neues Kabel[28]) von Montevideo nach Buenos Aires fertiggestellt. Sie plant[29]) Kabel von Rio de Janeiro nach Buenos Aires und Kuba, die Western Union Tel. Co.[30]) ein Kabel von Miani in Florida über Barbados nach Belem n Brasilien von 3200 Sm Länge. Als drittes Pacifikkabel wird eine unmittelbare Verbindung zwischen den Vereinigten Staaten und Japan geplant. Mit Rücksicht auf die allmächtige britische Kabelzensur sind Bestrebungen im Gange, von Nordamerika ein von England unabhängiges Kabel nach Schweden oder einem anderen geeigneten Staat in Europa zu verlegen. — Durch den Friedensvertrag von Versailles ist Deutschland seiner sämtlichen großen Überseekabel beraubt worden. Die sich hieraus ergebende Stellung Deutschlands im Weltnachrichtenverkehr hat Bredow[31]) in einem Vortrag vor der Deutschen Volkswirtschaftlichen Gesellschaft behandelt.

Apparate. M. Mercy[32]) beschreibt den amerikanischen Vielfachtelegraphen System Western Electric (JB 1916, S 137) und schlägt vor, einige seiner Einrichtungen für den Baudotapparat nutzbar zu machen, u. a. die Stromgebung, die Aufrechterhaltung des Gleichlaufs, den Verteilerantrieb und den Übersetzer. — O. Srnka[33]) will Wechselströme verschiedener Frequenz für ein gleichzeitiges Arbeiten mehrerer Hughesapparate auf derselben Leitung benutzen. Als Sender und Empfänger dienen gewöhnliche Hughesapparate mit mechanischer Auslösung. Die Sendeeinrichtung besteht aus einem mehrstufigen,

von einem Motor angetriebenen Kollektor. Die einzelnen Stufen entsprechen den verschiedenen Wechselzahlen, sie liefern zerhackten Gleichstrom wechselnder Richtung und stehen durch Übertrager mit dem Sendestromkreis der Hughesapparate in Verbindung. Der Empfangshughes liegt im Ortsstromkreis eines Resonanzempfängers, z. B. eines Saitenresonators; dieser besteht aus einem Elektromagnet, in dessen Kraftlinienfeld auf eine bestimmte Frequenz abgestimmte Eisendrahtsaiten angebracht sind, die auf ein Mikrophon einwirken. Die Widerstandsänderungen des Mikrophons werden benutzt, um ein empfindliches Relais in Differentialschaltung zu betätigen. — J. B. Pomey[34]) bespricht die für lange Seekabel geeigneten Relais von Ader (Vibrationsgalvanometer mit photographischer Aufzeichnung), Heurtley (JB 1912, S 141), Brown (JB 1913, S 158, 159), Allan und Brown und das Vibrationsrelais von Gulstad. — Kunert[35]) berichtet über erfolgreiche Versuche, Kathodenröhren für den Telegraphenbetrieb zu verwenden und gibt den großen Seekabeln angepaßte Verstärkerschaltungen an. Er regt ferner an, bei Kabelinstandsetzungen die Auffindung der Kabel dadurch zu erleichtern, daß in das Kabel von der Landstation aus Zeichen gesandt werden. Der Kabeldampfer schleppt eine Spule quer zur Kabellinie. Die induzierten Zeichen werden durch Röhrenverstärker hörbar gemacht. — F. Schröter[36]) empfiehlt mit Edelgasen gefüllte Glimmlichtröhren als Gleichrichter, Verstärker und besonders auch als Luftleersicherungen für Telegraphenleitungen zur Ableitung von Überspannungen, die durch atmosphärische Entladungen oder Schaltvorgänge in benachbarten Hochspannungsleitungen entstehen. — R. Lopez[37]) beschreibt eine bei der argentinischen Telegraphenverwaltung eingeführte Übertragung für Schnelltelegraphen mit Doppelstrom bei Einfachbetrieb, die 2 gewöhnliche, 2 polarisierte, außerdem 2 besonders gebaute Umschalterelais und 2 polarisierte Relais mit 2 Ankern enthält. — R. T. King[38]) berichtet über einen Apparat (sounder silencer), der — als Ersatz für frühere abweichende Ausführungsformen — als Anrufvorrichtung bei den englischen Übertragungsanstalten benutzt wird. Er besteht in der Hauptsache aus einem Relais mit Öldämpfung, das nur durch einen 10 Sekunden langen Dauerstrom, nicht aber durch die kürzeren Betriebsströme betätigt wird und einen Überwachungsklopfer sowie einen Wecker zum Ansprechen bringt. — J. Rymer-Jones[39]) beschreibt eine Einrichtung zur erschütterungsfreien Aufstellung von Spiegelgalvanometern für Kabelmessungen an Bord von Schiffen, die es ermöglicht, bei der Aufstellung im Hafen die Schiffsbewegungen nachzuahmen und sie meßbar zu machen. — Als neues Isoliermittel wird Bakelit[40]), eine Art Kunstharz, angepriesen. Die französische Telegraphenverwaltung läßt daraus Typenräder für Hughes- und Baudotapparate herstellen, auch der Western Electric Schnelltelegraph besitzt gleiche Räder.

Betrieb. Die Verwendung des Schwachstroms zur Nachrichtenübermittelung an der Front bespricht Georg Schmidt[41]). Im Etappengebiet wurden hauptsächlich Hughesapparate (Fernschreiber) und Siemens-Schnelltelegraphen benutzt. Erwähnenswert ist die Durchführung des Hughesbetriebs zwischen Hamburg und Bagdad mit 8 Übertragungen. Im Operationsgebiet leistete die Erdtelegraphie gute Dienste, deren Reichweite durch Verstärker auf 14 km erhöht werden konnte. — Ausführlicher berichtet Jäger[42]) über die Verwendung der Erdtelegraphie im Felde. Der mittelfrequente Wechselstrom einer Maschine oder eines Unterbrechers wird bei Tastendruck über zwei Erden in den Boden geleitet; befinden sich in einiger Entfernung die beiden Erden einer Empfangsleitung, so nimmt ein Teil der Stromfäden seinen Weg über diese. Die Erdtelegraphie wurde auch zum Kabelsuchen benutzt. Die Schutzdrähte eines in einiger Entfernung von den Sendererden liegenden Kabels nehmen besonders viele Stromfäden auf. Man sucht mit einer Spule und einem Lautverstärker den Erdboden dicht über der Oberfläche ab. Man hört dann die Zeichen am lautesten, wenn die Suchspule unmittelbar über dem Kabel wagerecht liegt und mit ihm einen Winkel von 90° bildet. Mit diesem Verfahren sind Kabel

bis zu 2 m Tiefe „gemutet“ worden. — Die Feldtelegraphie macht viel Gebrauch vom Summerbetrieb, weil als Empfangsapparat der sehr empfindliche Fernhörer benutzt werden kann. Die dabei erforderlichen Wechsel- oder unterbrochenen Gleichströme stören benachbarte Leitungen stark und können auch vom Feinde abgehört werden. A. C. Fuller[43]) hat unter Benutzung älterer Erfindungsgedanken während des Krieges im englischen Heere eine Betriebsweise zur erfolgreichen Anwendung gebracht, bei der in der Leitung nur gewöhnliche Gleichstrom-Morsezeichen übermittelt werden. Bei der Empfangsstelle wird der Gleichstrom durch einen Unterbrecher zerhackt und dadurch hörbar gemacht. Vor den Empfangsapparat werden Induktanzspulen höheren Widerstandes geschaltet, damit die Stromunterbrechungen sich nicht in der Leitung bemerkbar machen können und anderseits störende Induktionsströme abgehalten werden. Zum Betriebe genügt als Linienbatterie ein Trockenelement. Die Leitung kann gleichzeitig zum Fernsprechen benutzt werden. Verfasser gibt auch Mittel an, um störende Erdströme und Isolationsfehler unschädlich zu machen; er hofft, den Apparat, für den er verschiedene Ausführungsformen angibt, auch in den gewöhnlichen Telegraphenbetrieb einzuführen, und verspricht sich bei Verwendung von Verstärkern große Vorteile für das Arbeiten auf langen Seekabeln. — Aus einer Übersicht über die Entwickelung und Anwendung der Telegraphie während der Kriegsjahre von A. Kruckow[44]) ist u. a. zu entnehmen, daß 200 Maschinentelegraphen von Siemens & Halske beschafft worden sind, von denen rd. 100 unmittelbar im Betriebe der Heeresverwaltung gearbeitet haben. — C. Albanese[45]) berichtet über den Betrieb der italienischen Seekabel mittels Baudotapparaten. Auf den Kabeln Neapel-Palermo (345 km Länge mit 2100 Ohm Widerstand und 75 μF Kapazität) wird Vierfachbaudot in einer Richtung mit Maxwellanordnungen (Kondensatoren von 4 μF mit Nebenschlüssen von 0,3 Megohm) an beiden Enden durchgeführt. Auf der Verbindung zwischen Rom und Sassari, die ein Kabel von 255 km Länge mit 41 μF und 1190 Ohm enthält, ist Vierfachbaudot mit Verkehr in beiden Richtungen ermöglicht worden. Die Leitung wird am sendenden Ende nach jeder Stromgebung geerdet; hierfür sind in Rom zwei Kontakte, in Sassari ein Kontakt mit Erde verbunden. Die abgehenden Ströme durchfließen, bevor sie in die Leitung gelangen, einen Kondensator von 14,5 μF mit 10000 Ohm Nebenschluß; vor dem Empfangsrelais liegt ein ebensolcher Kondensator mit 2000 Ohm Nebenschluß. Neuerdings ist es mit einer gleichen Anordnung gelungen, auch auf dem Kabel Neapel—Palermo in beiden Richtungen vierfach zu arbeiten. Die Sendekondensatoren wurden dabei auf 10 μF mit 6000 Ohm Nebenschluß bemessen; beiderseits werden zwei Sendekontakte geerdet. Für den Empfang liegt vor der erwähnten Maxwellanordnung mit 14,5 μF ein Nebenschluß zur Erde von 3600 Ohm und 16 Henry. — J. B. Pomey[46]) entwickelt einen Plan für die Umgestaltung des französischen Telegraphennetzes: Kabelverbindungen mit Schnelltelegraphenbetrieb zwischen den Hauptverkehrspunkten, Kabel zwischen letzteren und den wichtigeren Städten, im übrigen oberirdische Linien; für die Kabel, die zur Kostenverminderung u. U. als Luftkabel auszubilden sind, durchweg Doppelleitungsbetrieb. — E. Montoriol[47]) schlägt zur besseren Ausnutzung des Leitungsnetzes die einheitliche Verwendung von Sechsfachbaudot in Gegensprechschaltung mit Staffelbetrieb vor. — A. Kruckow[48]) regt eine Vereinheitlichung der Lochstreifen für Mehrfach- und Maschinentelegraphen an; die Lochzeichen des Siemenstelegraphen sollen denen des Baudotapparats, die mit den Zeichen der Western Electric Co. bereits übereinstimmen, angepaßt werden. Bei Wheatstone-Tastenlochern soll wenigstens die Tastatur mit denen der anderen Locher übereinstimmen. — Die schwedische Telegraphenverwaltung hat an 1292 Telegrammen des inneren und 500 Telegrammen des ausländischen Verkehrs mit zusammen 30458 Wörtern die Häufigkeit[49]) der Buchstaben, Ziffern und Satzzeichen feststellen lassen. In Hundertteilen der Gesamtzahl der Zeichen ergab sich:

	innerer		ausländischer		Gesamtverkehr	
häufigster Buchstabe	a	75,0	e	95,0	e	78,5
seltenster Buchstabe	z	0,36	q	0,6	q	0,53
häufigste Ziffer	1	36,1	1	23,5	1	32,0
seltenste Ziffer	7	6,14	6	5,1	7	6,0
häufigstes Satzzeichen. . . .	.	6,48	/	9,7	.	6,3
seltenstes Satzzeichen	!	0,05	!	0,03	!	0,04

Bei den Satzzeichen waren die für den inneren Dienst geschaffenen Trennungszeichen zur Unterscheidung der Telegrammteile und das Schlußzeichen noch häufiger als die angegebenen. Es betrugen für den Gesamtverkehr im Mittel: Wörter des Kopfes 6,3, Wörter des Textes 13,5, Zeichen eines Telegramms 114,9, Zeichen eines Textwortes 6,62. — G. Valensi[50]) beschreibt die Einrichtungen des Telegraphenamts in Brest zur Ausnutzung des Drehstromnetzes für den Betrieb der Telegraphenleitungen. Der Drehstrom wird über einen Transformator den Anoden eines Quecksilberdampf-Gleichrichters zugeführt. Die Kathode und der Neutralpunkt des Transformators werden einmal mit einem dauernd eingeschalteten Widerstand, der 1,5 bis 2 A verbraucht, und ferner mit einer in der Mitte geerdeten Pufferbatterie von 2 · 80 Zellen verbunden. Dadurch erhält man für den Betrieb je eine positive und negative Betriebsspannung von 160 V. Die Pufferbatterie besitzt eine Kapazität von 30 Ah. Der Stromverbrauch des Amtes beträgt höchstens 3 A. — F. Ambrosius[51]) berichtet über erfolgreiche Versuche, den Strom für den Betrieb von Ruhestromleitungen den Sammlerbatterien der Endanstalten zu entnehmen und dadurch die Kupferelemente bei den Zwischenanstalten entbehrlich zu machen.

Verwaltung. J. Télégr.[52]) behandelt die Bestimmungen des internationalen Telegraphenvertrags über die Einstellung des Telegraphenbetriebes während eines Krieges und die Entwicklung der Abmachungen der Haager Friedenskonferenzen über die Rechte und Pflichten der Kriegführenden und Neutralen hinsichtlich des Telegraphenwesens. — In Nordamerika[53]) sind die beiden großen Telegraphengesellschaften, die Western Union und die Commercial Cable Co., verschmolzen worden. Sie beherrschen auch die Seekabel nach Europa und einen großen Teil der Kabel nach Südamerika. — O. Hartung[54]) schildert den Telegraphenbaudienst bei der Reichs-Telegraphenverwaltung und die Bestrebungen zu seiner Verbesserung. Der Baubetrieb soll nach größeren Gebieten, die den geographischen und wirtschaftlichen Bedürfnissen angepaßt sind, zusammengefaßt werden; für jedes dieser Gebiete wird ein Telegraphenbauamt (TBA) geschaffen. Die Beaufsichtigung der aus etwa 9 Arbeitern bestehenden Bautrupps soll Oberleitungsaufsehern obliegen, 3 bis 5 Bautrupps werden zu einem Bauführerbezirk vereinigt, diese unterstehen dem TBA. Daneben wird von den Fachverbänden eine bessere Ausbildung des Personals durch Einführung des Lehrlingswesens und Einrichtung von Fachschulen für Bauführer, die Verminderung des Schreibwerks und die Gewährung größerer Selbständigkeit in allen Dienststufen als notwendig bezeichnet. — Beim Telegraphen-Versuchsamt in Berlin haben Fortbildungskurse stattgefunden, um die zu Telegrapheningenieuren bestimmten höheren Beamten mit dem jetzigen Stande der Telegraphen- und Fernsprechtechnik vertraut zu machen; die dabei gehaltenen Vorträge sind veröffentlicht worden. — K. W. Wagner[55]) behandelt ausgewählte Stoffe aus dem Gebiet der mathematischen Telegraphie: stationäre und Ausgleichsvorgänge in elektrischen Stromkreisen, die Differentialgleichungen der Leitung, die Wellenausbreitung auf den Leitungen, die Fortpflanzung sinusförmigen Wechselstroms und die genaue Theorie der Wellenausbreitung auf einer Leitung. — Dohmen[56]) berichtet über Sammler und die Stromversorgung der Telegraphenämter. — Wollin[57]) erörtert den zeitlichen Verlauf der Telegraphierströme, die Vor- und Nachteile des Doppelstrombetriebs, der Schnell- und Maschinentelegraphen sowie die Anforderungen, die von der Reichstelegraphenverwaltung bisher an Schnelltelegraphen gestellt wurden, und stellt

schließlich die Eigenschaften zusammen, die ein künftig etwa einzuführender Apparat haben müßte. — Feuerhahn[58]) gibt einen Überblick über den heutigen Stand der Telegraphentechnik in der Reichstelegraphenverwaltung. Er bespricht u. a. Klinkenumschalter, Batteriesicherungen, Sicherungslampen, Zentralisierungseinrichtungen für Telegraphenleitungen verschiedener Art, Neuerungen an Hughes- und Baudotapparaten sowie am Maschinentelegraphen von S & H, ferner Schaltsätze für den Gegensprechbetrieb und für Übertragungen, die Einrichtungen für die Aufnahme von Telegrammen am Fernsprecher, Amtseinrichtungen und mechanische Beförderungsvorrichtungen (Rohr-, Seil- und Schnurposten). — Außer der statistischen Übersicht über das Telegraphenwesen der Welt[59]) sind verschiedene Berichte über einzelne Länder veröffentlicht, die sämtlich, soweit nicht nachstehend andere Zeiträume angegeben sind, das Kalender- oder Rechnungsjahr 1917 betreffen, so von Brasilien[60]), Britisch-Indien 1917/8[60a]), Ceylon[61]), Luxemburg für 1916[62]), Niederlande[63]), Niederländisch-Indien[64]), Norwegen für 1916[65]), Österreich für 1916[66]), Schweden[67]), Schweiz auch für 1918[68]), Südafrika[69]) und Vereinigte Staaten von Amerika[70]). Amerikanische Zeitschriften[71]) bringen eine vergleichende Übersicht über den Betrieb von 21 Landtelegraphen-Gesellschaften in Nordamerika für den Zeitraum 1912 bis 1919.

[1]) Telegr. u. Fernspr.-Techn. Jg 7, S 95. — [2]) Kunststoffe S 89. — [3]) Ragnar Holm, Arch. El. Bd 7, S 263. — [4]) J. B. Pomey, Rev. Gén. El. Bd 5, S 204. — [5]) J. L. Taylor, P. O. El. Eng. J. Bd 11, S 209. — [6]) K. W. Wagner, ETZ S 383, 394. — Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 8, S 29. — [7]) H. Faßbender u. E. Habann, ETZ S 171. — JB drahtl. Telegr. Bd 14, S 451. — Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 8, S 14. — [8]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 127. — ETZ S 122. — Telegr. u. Fernspr.-Techn. Jg 8, S 15. — J. B. Jewett, Rev. Gén. El. Bd 5, S 670. — [9]) J. F. Lloyd, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 498. — Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 8, S 182. — [10]) Brauns, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 8, S 61. — [11]) W. Kinberg, El. Masch.-Bau S 13. — [12]) E. Nather, El. Masch.-Bau S 575. — [13]) L. Kallir, El. Masch.-Bau S 585. — [14]) E. Picault, J. Télégr. S 65, 81. — [15]) El. Masch.-Bau S 42 [nach El. Rev. (Ldn.), April 1918]. — [16]) R. Nowotny, El. Masch.-Bau S 590. — [17]) Oskar Szilas, ETZ S 466, 477, 493. — [18]) ETZ S 146. — [19]) ETZ S 338. — [20]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 93. — [21]) Sir Charles Bright, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 441, 464. — [22]) Ll. Preece, El. Rev. (Ldn.) Bd 83, S 317 nach Times Trade Supplement, Sept. 1918. — [23]) E. Raymond-Barker, El. Rev. (Ldn.) Bd 83, S 389, 429. — [24]) Daily Mail v. 23. Januar 1919. — [25]) J. Télégr. 1920, S 1. — [26]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 441. — [27]) J. Télégr. 1920, S 1. — [28]) J. Télégr. 1920, S 31. — [29]) Blätter f. Post u. Telegr. Jg 15, S 156. — [30]) Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 8, S 96. — [31]) Bredow, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 8, S 101. — [32]) M. Mercy, Ann. PTT. Jg 8, S 614. — [33]) O. Srnka, El. Masch.-Bau S 366, 383. — [34]) J. B. Pomey, Rev. Gén. El. Bd 5, S 797. — [35]) Kunert, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 7, S 89. — [36]) F. Schröter, ETZ S 685. — [37]) R. Lopez, J. Télégr. S 185. — [38]) R. T. King, P. O. El. Eng. J. Bd 11, S 206. — [39]) J. Rymer-Jones, El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 492. — [40]) J. Télégr. S 184. — [41]) G. Schmidt, ETZ S 309. — [42]) Jäger, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 8, S 36. — [43]) A. C. Fuller, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 536. — El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 515. — [44]) A. Kruckow, ETZ S 137. — [45]) C. Albanese, Ann. PTT. Jg 8, S 228. — [46]) J. B. Pomey, Rev. Gén. El. Bd 5, S 303. — Ann. PTT. Jg 8, S 268. — [47]) E. Montoriol, Ann. PTT. Jg 8, S 60. — [48]) A. Kruckow, ETZ S 51. — [49]) J. Télégr. S 174. — [50]) G. Valensi, J. Télégr. S 113, 133. — [51]) F. Ambrosius, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 8, S 125. — [52]) J. Télégr. S 84, 97. — [53]) Times Nr. 41965 v. 5. Dez. 1918. — [54]) O. Hartung, ETZ S 269. — [55]) K. W. Wagner, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Sonderhefte S 1. — [56]) Dohmen, Telegr.-u. Fernspr.-Techn. Sonderhefte S 33. — [57]) Wollin, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Sonderhefte S 86. — [58]) Feuerhahn, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Sonderhefte S 94. — [59]) J. Télégr. S 70, 104. — [60]) J. Télégr. S 147. — [60a]) J. Télégr. S 165. — [61]) J. Télégr. S 13. — [62]) J. Télégr. S 194. — [63]) Arch. Post Telegr. S 226. — J. Télégr. S 57. — [64]) J. Télégr. S 102. — [65]) ETZ S 204. — [66]) Arch. Post Telegr. S 267. — J. Télégr. S 123. — [67]) J. Télégr. S 41. — Arch. Post Telegr. S 82. — [68]) J. Télégr. S 90, 176. — ETZ S 443. — [69]) J. Télégr. S 29. — [70]) J. Télégr. S 154. — [71]) El. World Bd 74, S 206.

Telegraphie ohne fortlaufende Leitung.

Von Ministerialrat Prof. Dr. Fr. Breisig.

Allgemeines. Squier[1]) hat die 1904 begonnenen Versuche, Bäume als Antennen zu benutzen, in erweitertem Umfang fortgesetzt. In die Baumstämme wurden in verschiedenen Höhen Kupfernägel eingeschlagen, an denen isolierte Drähte befestigt waren, denen auf der anderen Seite ein im Boden vergrabenes Erdnetz entsprach. Der Bericht enthält eine Reihe von Schaulinienblättern über wirksame Kapazitäten und Widerstände dieser Drähte, sowie über die Veränderlichkeit der Hörbarkeit mit der Höhe des Baumes. Die benutzte Schaltung ist insofern interessant, als sie eine auch bei anderen Antennen benutzbare Nullmethode für Richtempfang enthält. Eine drehbare Rahmenantenne, an welche die Empfangsapparate angelegt sind, ist mit einem von der Hochantenne erregten Kreis gekoppelt. — Eine Anordnung von Weagant[2]), atmosphärische Störungen auszuschalten, beruht auf der Annahme, daß diese sich senkrecht zur Erdoberfläche fortpflanzen, während die aufzunehmenden Wellen in wagerechter Richtung streichen. Die Anlage besteht daher aus zwei Rahmen, deren Ebenen hintereinander in der Fortpflanzungsrichtung der aufzunehmenden Wellen liegen, und deren Leiter durch je eine Primärspule auf die den Empfänger enthaltene Sekundärwicklung induzieren. Der Empfänger liegt zwischen den beiden Rahmen. Senkrecht fortgepflanzte Wellen treffen beide Rahmen in gleicher Phase und können sich daher völlig ausgleichen, während dies bei wagrecht fortgepflanzten nur zum Teil möglich ist. — Mathematische Untersuchungen über die Eigenschaften von Spulen für Hochfrequenz liegen vor von Spielrein[3]) über die Induktivität, von Howe[4]) über den Hochfrequenzwiderstand von Litzendraht. Diese Frage besprechen auch Boas, Burstyn und Meißner[5]). Es sei noch eine Arbeit von van der Pol[6]) über die Resonanzkurven gedämpfter Kreise erwähnt.

Theorie der Antennen. Abraham[7]) untersucht die Strahlung von Antennensystemen, bestehend aus Antennen, die durch Dipole ersetzt gedacht werden können, und deren Höhen gegen ihre Entfernung voneinander klein sind. Zunächst werden die Verhältnisse bei zwei in gleicher Frequenz erregten Antennen erörtert, dann der Fall einer abgestimmten Hilfsantenne im Felde eines Senders. Es ergeben sich die Bedingungen, wie man mit einer solchen Hilfsantenne in der Nähe eines Senders seine Strahlung nach einer bestimmten Richtung vollkommen abschirmen kann. Auch die andere Aufgabe wird gelöst, wie man durch eine vor einem Empfänger liegende Hilfsantenne die auf den Empfänger gerichtete Strahlung eines fernen Senders vernichten kann, und zwar sowohl für stabförmige Antennen, als für Rahmenantennen. — Bei Versuchen über die Aussendung und Aufnahme elektrischer Wellen durch Braunsche Rahmenantennen fand Austin[8]), daß von einer gestreckten Antenne ausgehende Wellen von einer Rahmenantenne in einem den berechneten Betrag übersteigenden Wert aufgenommen werden, während bei umgekehrter Anordnung Übereinstimmung zwischen Messung und Rechnung bestand. Er entnimmt daraus, daß man die wirksame Höhe einer gestreckten Antenne am sichersten mißt, wenn man mit ihr die von einer Rahmenantenne ausgehenden Wellen aufnimmt. — Meißner[9]) gibt erfahrungsmäßige Durchschnittswerte für die Wellenlänge λ_0 der Eigenschwingung von Antennen aus ihren Längenverhältnissen. Nennt man l die Länge von dem unteren Punkt bis zu dem am fernsten gelegenen Punkt des Leitergebildes, so ist z. B. bei geraden Antennen $\lambda_0 = 4l$, für eine geknickte $\lambda_0 = 4{,}1$ bis $4{,}2\,l$, für eine schmale T-Antenne $\lambda_0 = 4{,}5$ bis $5{,}0\,l$, für eine breite T-Antenne $\lambda_0 = 5{,}8\,l$; für eine Schirmantenne großer Drahtzahl und geringer Höhe $\left(h < \frac{l}{3}\right)$ gilt $\lambda_0 = 8$ bis $10\,l$. — Wagners[10]) Aufsatz über die Elektrodynamik von Strahlerkreisen behandelt im wesentlichen die Frage, durch welche Anordnung von Widerstand, Kapazität und Induktivität

man einen Strahler (Antenne) nachbilden kann. Es zeigt sich, daß dies am besten durch Kettenleiter geschieht, und daß man praktisch schon mit einem Kettenglied auskommt. Ferner werden die Eigenschaften von Strahlern mit Endkapazität (Schirmantennen), von kapazitiv verkürzten und von mit einem Zwischenkreis gekoppelten Strahlern festgestellt. — Erwähnt seien noch von Aufsätzen, welche die Theorie der Antenne betreffen, solche von Chireix[11]), Eccles u. Howe[12]), Hund [13]) und van der Pol[14]). Sie beziehen sich auf die Feststellung der Antennenkonstanten einfacher und zusammengesetzter Antennensysteme. Burstyn[15]) bespricht die Strahlung und Richtwirkung verschieden geformter Antennen und die Schleife als Empfänger.

Bestimmung der Strahlungsleistung. Neuerdings geht man, wie Rausch v. Traubenberg[16]) berichtet, zur Berechnung der Leistung einer Antenne durch Bestimmung ihres Strahlungsfeldes über; aus dem dadurch festgestellten Wert der magnetischen Feldstärke werden die gesamte ausgestrahlte Leistung, der Formfaktor (wirksame Höhe) und der Strahlungswiderstand nach bekannten Formeln berechnet. Zur Feststellung der magnetischen Feldstärke werden Rahmenantennen verwendet, die durch einen Kondensator auf Resonanz mit der Welle des Strahlungsfeldes gebracht werden. Entweder wird die induzierte Stromstärke direkt gemessen, oder der durch das Feld hervorgebrachte Wert wird bei kleineren Beträgen unter Verstärkung mit dem verglichen, den eine in großer Nähe befindliche zweite Spule bei gleicher Frequenz und bekannter Stromstärke induziert. — Dellinger[17]) gibt als durch zweijährige Erfahrungen bewährt und bis auf 25% genau folgende Formeln für das Verhältnis des ankommenden zum abgehenden Strom an. Bedeutet h_r die Höhe des Empfangsgebildes, h_s die des Sendegebildes, d den Abstand, R den Widerstand des Empfangsluftleiters, λ die Wellenlänge, so ist $\frac{J_r}{J_s} = F \frac{h_r\, h_s}{R \lambda d}$, worin F ein Faktor ist, der von der Antennenform abhängt. Sind beide Antennen Kapazitätsflächen, so ist $F = 188$, ist die eine eine Kapazitätsfläche, die andere ein Rahmen mit N_r Windungen von der Höhe h_r und der Länge l_r, so ist $F = 1184 \frac{l_r N_r}{\lambda}$, sind zwei Rahmen von den Höhen h_r und h_s, den Längen l_r und l_s, mit N_r und N_s Windungen vorhanden, so ist $F = 7450 \frac{l_r l_s N_r N_s}{\lambda^2}$. — Press[18]) erörtert die Stärke der empfangenen Zeichen auf Grund der Formeln über die Wellenausbreitung.

Großstationen. Nach einer Einleitung des Grafen Arco[19]) über die Entwicklung der Großstation Nauen beschreibt Dornig die neue Sendeeinrichtung von 400 kW Antennenleistung. Als Stromerzeuger dient ein Alternator mit feststehender Wicklung und einem Läufer, der 240 Zähne hat und bei 1500 U/min einen Wechselstrom von 6000 Per/s, 450 V und bis zu 1200 A liefert. Zwischen den Maschinen und den Frequenztransformatoren liegt ein Spannungstransformator. Die Frequenztransformatoren, welche wahlweise die Frequenz in 5 Stufen bis zu 48000 Per/s steigern können, weichen in den Größen- und Wicklungsverhältnissen wegen der hohen Frequenzen wesentlich von Niederfrequenz-Transformatoren ab. Der Sender wird von Vollast auf Leerlauf getastet; der Antriebsmotor nimmt bei Leerlauf 125 kW auf, bei Vollast 620 kW, im Mittel beim Sender 325 kW; dagegen werden die Signale mit einer Leistung von 400 kW der Antenne zugeführt. Für die gute Wirksamkeit ist die Konstanthaltung der Drehzahl von größter Bedeutung, die Anlage enthält einen Regler, der schon bei einer Änderung der Drehzahl um 0,01% wirkt.

Sörensen[20]) berichtet über die Station Eilvese, indem er hervorhebt, daß sie früher als die Station Nauen betriebsbereit war, ein weniger kostspieliges Antennensystem hat, in geringerem Maße Oberwellen aussendet. Die Goldschmidtsche Hochfrequenzmaschine ist mechanisch vollkommen betriebssicher, auch lassen sich solche Maschinen parallel schalten. — Das französische Weltfunknetz[21]) stützt sich auf die Hauptpunkte Paris, Martinique, Dakkar,

Djibuti, Saigon, Naumea, Tahiti, welche Stationen für 7000 km Reichweite erhalten sollen und an welche Anlagen mittlerer Leistung anschließen. — Nesper[22]) fordert für ein Verkehrsnetz mit drahtloser Telegraphie zwischen den Hauptverkehrspunkten scharf gerichtete Systeme mit ungedämpften Wellen, deren Stärke so bemessen ist, daß sie zwar die gegebene Entfernung sicher überbrücken, darüber hinaus aber nicht wesentlich stören. Außerdem für zentrale Verteilung von Nachrichten (Presse, Börse) eingerichtete Stationen, die auch bei größeren Leistungen mit ungedämpften Wellen, ohne Oberwellen, zu betreiben wären. — Ein Aufsatz von Bouthillon[23]) über Leistungsfähigkeit und Rentabilität von Großstationen hat wegen der inzwischen eingetretenen Preissteigerungen nur noch geschichtliches Interesse. Er berechnet die Anlagekosten einer Station mit 1200 kW Primärleistung auf 8,9 Mill. Frs. Davon fallen 43% auf die Antennen, 48% auf die Kraftstation und die Apparate. Wird die Anlage 9 oder 2 Stunden täglich mit Maschinensendern, die übrige Zeit mit Handsendern betrieben, so können rd. 68 oder 12 Mill. Worte befördert werden. — Fragen der praktischen Verwendung der Funkentelegraphie im Verkehr größerer Gebiete oder im Weltverkehr werden von Thurn[24]), Bouthillon[25]), Bright[26]) besprochen.

Gerichtete Stationen. M. Abraham[27]) weist nach, daß der Höchstwert der Leistung, welche eine Spule (Rahmenantenne) dem Felde einer ungedämpften Welle entziehen kann, gleich dem bei einer gestreckten Antenne erreichbaren ist; er hängt in beiden Fällen weder von der Höhe noch anderen Maßen des Empfangsleiters ab, sondern nur von der Amplitude der Wellen und ihrer Frequenz, unter der Annahme, daß der Leiter auf diese Frequenz abgestimmt ist. — Bellini[28]) beschreibt ein elektrostatisches Radiogoniometer. In der einen Form besteht es aus einem nach Art der festen Platten der Luftkondensatoren aufgebauten Satz von 4 ungefähren Quadrantenflächen, zwischen denen ein aus zwei elektrisch getrennten Plattensätzen bestehender beweglicher Teil drehbar ist. An die Quadranten kommen die Luftleiter, an die beweglichen Flächen die Zuleitung zum Empfangskreis. Die andere Ausführungsform enthält eine feste gerade, durch der Achse parallele Schnitte in vier gleiche Flächen geteilte Zylinderfläche, innerhalb deren eine bewegliche von etwas kleinerem Durchmesser drehbar ist, mit zwei Flächen von der Form eines einfachen oder doppelten Sinusoids. — Blatterman[29]) bespricht die Theorie der Rahmenantenne und weist an der Richtungscharakteristik, welche senkrecht zur Fläche nur mehr oder weniger starke Minima besitzen, die vorkommenden Fehler der Konstruktionen nach. Ist die Ganghöhe der Bewicklung zu groß, so entstehen zwischen den EMKen der einzelnen Windungen Phasendifferenzen; die Kapazität des Rahmens gegen die Umgebung bewirkt ebenso wie die vorige Ursache eine Verflachung der Minima. Durch Anwendung einer Ganghöhe gleich dem 1,4fachen des Drahtdurchmessers und durch Erdung des Rahmens an einer Stelle oder ein Schutznetz sollen diese Fehler auf das geringste Maß gebracht werden. Es ist dann noch von der Anwendung von Verstärkern, besonders Hochfrequenzverstärkern, die Rede. — Esau[30]) beschreibt die Anwendung der Braunschen Rahmenantenne in der Ges. f. drahtl. Telegraphie. Die geschichtliche Übersicht zeigt, daß der geschlossene Empfänger erst von der Zeit ab eine praktische Bedeutung erhalten hat, wo ausreichende Verstärkungsmittel zur Verfügung stehen. Die in dem abgestimmten Rahmenkreis aufgefangene Leistung wird einem lose gekoppelten Sekundärkreis entnommen; die Hochfrequenzströme werden 3—4mal verstärkt und durch ein Audion gleichgerichtet; beim Empfang ungedämpfter Wellen ist noch eine Überlagerungseinrichtung erforderlich. Mit Rahmen von 1 bis 2 m² Fläche werden in Berlin alle Stationen Europas und amerikanische in 6000 km Entfernung aufgenommen. Auf Masten errichtete Rahmenflächen (300 m²) ergaben Reichweiten bis 14000 km. — Fessenden[31]) gibt eine Übersicht über die von ihm erfundenen Arten des drahtlosen Kompasses (pelorus). Er benutzt heute auch die schon 1903 von ihm erfundenen Rahmenantennen. Es hat sich herausgestellt, daß diese wegen

Krümmungen der Fortpflanzungslinien der elektrischen Wellen nicht immer richtig weisen; man kann das Vorhandensein solcher Fehler durch Beobachtung bei verschiedenen Frequenzen feststellen. — Der Richtungszeiger von Marconi[32]) enthält die als Radiogoniometer bekannte Anordnung mit zwei festen Primärspulen und einer drehbaren Sekundärspule. Die festen Spulen bestehen aus zwei Teilen, an deren Außenpole die beiden Zweige je einer der beiden senkrecht gekreuzten, fast geschlossenen Antennenschleifen in Dreiecksform angeschlossen sind, während an den Innenklemmen der Abstimmkondensator liegt. — Sankey[33]) weist auf die große Bedeutung hin, welche der Richtempfang im Kriege sowohl für die Lenkung von Unterseebooten und Flugzeugen, als auch für das Aufsuchen feindlicher Kräfte hatte, wenn sie sich der drahtlosen Telegraphie bedienten. Er beschreibt dann die dafür bestimmte Ausführungsform der Marconi-Gesellschaft. Für Landstationen werden gekreuzte geschlossene Antennen in Dreiecksform mit einem Mast in der Mitte benutzt, die auf Schiffen und Flugzeugen benutzten Rahmen werden nicht näher beschrieben. Im übrigen wird ein Transformator mit zwei gekreuzten festen Spulen und einer beweglichen Spule benutzt; an diese ist durch einen Transformator mit statisch durch eine geerdete Schicht getrennten Wicklungen ein Hochfrequenzkreis angeschlossen, dessen Wellen vierfach verstärkt und dann gleichgerichtet werden.

Sender. Anderson und Elliot[34]) beschreiben die Ausführungsformen großer Lichtbogensender bei der Federal Telegr. Co. Sie werden in Größen von 5, 20, 30, 60, 100, 200, 350, 500 und 1000 kW (auf der Gleichstromseite) gebaut. Die drei ersten sind für Schiffstationen. Der Wirkungsgrad geht bis zu 40%. Sender bis 100 kW haben offene Magnetsysteme, mit je einer Spule unterhalb und oberhalb der Brennkammer, die größeren haben ein geschlossenes System, in dem der unter der Brennkammer sitzende Magnet durch einen die Grundplatte mit dem oberen Pol verbindenden doppelten Jochbugen fortgesetzt wird. Die großen Betriebsstromstärken sind möglich geworden, seitdem man dem Lichtbogen einen großen Kondensator parallelschaltet. Getastet werden die Bögen entweder durch Verstimmung oder durch Parallelschaltung eines die gesamte Gleichstromleistung aufnehmenden Widerstandes. — Nach Bouthillon[35]) erzeugt Marconi ungedämpfte Schwingungen, indem er eine Reihe von Kondensatorkreisen, deren Entladung durch umlaufende Funkenstrecken geregelt wird, in solchen zeitlichen Abständen steuert, daß die gedämpften Schwingungen der einzelnen Kreise sich zu einer ungedämpften addieren. — Falkenthal[36]) beschreibt den Pendelumformer der Deutschen Telephonwerke, der den Zweck hat, durch einen Selbstunterbrecher nach Art eines Wagnerschen Hammers in einem Sekundärkreis Wechselstromleistung von der Größenordnung von 250 W mit einem Wirkungsgrad von etwa 80% zu erzeugen. Die praktisch funkenfreie Unterbrechung von Strömen von etwa 10 A bei 400 bis 600 Unterbrechungen in der Sekunde gelang durch die Kopplung eines auf Unterbrecherfrequenz abgestimmten Kreises mit den Primärwindungen und durch die Abstimmung des Verbrauchskreises auf Resonanz. — Schmidt[37]) bespricht Einzelfragen für ein günstiges Zusammenarbeiten des Wechselstromerzeugers mit einem Löschfunkensender; sie betreffen die Resonanzerregung und die Kopplung des Erregerkreises mit dem Antennenkreis. Aufnahmen der Spannungskurven bei der Funkenentladung führten zur Anwendung des Tonkontrollers, eines nach beiden Seiten zeigenden Drehspulzeigerinstruments, aus dem Unsymmetrie des Entladungsvorgangs erkannt werden kann. Es werden ferner Schutzschaltungen gegen das Durchschlagen der Maschinenwicklungen besprochen. — Graf Arco[38]) bespricht die modernen Sender ungedämpfter Schwingungen, während Osnos[39]) einen Überblick über die Entwicklung der Hochfrequenzmaschinen der Induktortypen gibt.

Entladungsröhren.

Allgemeines. Die Beendigung des Weltkrieges gibt die Bahn frei für Veröffentlichungen über die während der Kriegszeit zu ungeahnter Bedeutung

gelangten Vakuumröhren. Über ihre physikalischen Eigenschaften handeln zusammenfassende Aufsätze von Barkhausen[40]), Gutton[41]), von Laue[42]), Jaeger[43]), Möller[44]), Rukop[45]), Vallauri[46]).

Röhrensender. Blondel und Lavanchy[47]) behandeln die Theorie der Röhrensender für Schwingungen kleiner Amplitude, indem sie für einige gebräuchliche Schaltungen aus den Schwingungsgleichungen unter Zuhilfenahme der Charakteristiken die Dekremente und Frequenzen und die Bedingungen für die Stabilität der Schwingungen ermitteln. — Nach Eccles und Jordan[48]) wird die Erzeugung der Schwingungen in Senderöhren verbessert, wenn man statt einer deren zwei nimmt, deren Gitter so mit dem Schwingungskreis gekoppelt sind, daß die Spannungen beider Gitter sich jeweils in entgegengesetztem Sinne verändern, so daß der Strom in der einen Röhre steigt, während er in der anderen fällt. — Goutton und Touly[49]) beschreiben eine Anordnung, um mit Röhren kleiner Form elektrische Schwingungen einer Wellenlänge von 2 bis 3 m zu erzeugen. Zwischen Gitter und Anode wird ein kurzer Kreis gebildet, dem parallel zu einem Kondensator von etwa 0,002 μF die erforderliche Gleichspannung (320 V) gelegt wird. Außer einem Stromanzeiger enthält er noch einen Kondensator von der Größenordnung der Kapazität Gitter-Anode mit einem Nebenschluß von 10000 Ohm, welcher die Spannung der Schwingungen auf Kosten der Stromstärke erhöht, aber die Erhitzung der Elektroden vermindert. — Meißner[50]) behandelt nach einer Übersicht über die Entwicklung der Röhrensender die Vorgänge bei der Schwingungserzeugung. Die Strom- und Spannungskurven werden aus den statisch aufgenommenen Charakteristiken der Röhre hergeleitet und aus ihnen u. a. der Wirkungsgrad berechnet. Letzterer, d. h. das Verhältnis der an die Antenne abgegebenen Leistung zu der von der Röhre aufgenommenen, wird in einem bestimmten Falle zu 53 und 56% angegeben. Es entsteht eine Auseinandersetzung darüber zwischen Nesper und Meißner, ob man dabei auch die Heizleistung mitrechnen solle oder nicht. — Osnos[51]) behandelt die Schwingungserzeugung durch Lichtbogen und Kathodenröhren unter dem Gesichtspunkt, daß sie eine bei steigender Stromentnahme fallende Spannung zeigen. — Zusammenfassende Aufsätze über Röhrensender liegen vor von Graf Arco[52]), Fortescue[53]), Kühn[54]), Scott-Taggart[55]), Vos und Ziegler[56]), während Humby und Schonland[57]) die Vorgänge rechnerisch verfolgen.

Röhrenempfänger. Eine von Eccles und Jordan[58]) angegebene Schaltung mit zwei Röhren, deren Gitter durch reine Widerstandskopplung erregt werden, hat den Zweck, auf einen kurzen ersten Anstoß die Anodenströme beider Lampen durch aufeinanderfolgende Rückwirkungen so zu ändern, daß der Strom der einen einem Höchstwert, der der anderen einem Mindestwert zustrebt. Durch die Stromunterschiede wird ein Relais bewegt. Vorübergehendes Erkalten der Glühfäden stellt den Anfangszustand her. — Scott-Taggart[59]) weist auf die Mißstände hin, die dadurch entstehen, daß Anlagen mit Schwebungsempfang selbst ungedämpfte Wellen geringer Stärke aussenden, durch welche andere Empfänger innerhalb einiger Kilometer gestört werden. Er gibt eine Schaltung an, bei der dies dadurch ausgeschlossen ist, daß der Erregerkreis für die Interferenzschwingung hinter der Anode einer Verstärkerlampe liegt, die zunächst die Zeichen aufnimmt. Die Schaltung ist außerdem für den Empfang gedämpfter Schwingungen eingerichtet. — Turner[60]) gibt verschiedene Schaltungen für mit Verstärkern verbundene Relais, zur Anzeige, daß ein Vorgang bestimmte Höchstwerte erreicht hat, an. Ein Anstoß von außen setzt einen Schwingungskreis in Bewegung, der das Gitter erregt; der Anodenkreis, der den Elektromagnet enthält, ist mit dem Schwingungskreis gekoppelt; beim Umlegen des Ankers wird die Kopplung aufgehoben, und er kehrt bis zu einem neuen Anstoß in die Anfangslage zurück. — Das amerikanische Signalkorps verwendet Empfänger mit akustischer Abstimmung[61]); die empfangenen und verstärkten Ströme werden der Wicklung eines Elektromagnets zugeführt, dessen Anker eine auf die Tonfrequenz abgestimmte Stahlfeder ist. Diese

schwingt vor der Öffnung eines auf dieselbe Frequenz abgestimmten Schallbechers, der durch Hörschläuche mit dem Ohr des Beamten in Verbindung steht. — Besondere Empfangsschaltungen werden von Latour[62]), Leithäuser[63]) Scott-Taggart[64]) angegeben, van der Byl[65]) erörtert eine Methode der Verstärkungsmessung durch Vertauschung.

Wellenmessung. Lübcke[66]) benutzt zur Aufnahme von Wechselstromkurven eine der Joubertschen ähnliche Anordnung. Der Kathodenstrahl einer Braunschen Röhre wird durch ein Drehfeld, das eine Umlaufsgeschwindigkeit gleich der Periodenzahl der zu untersuchenden Schwingung hat, so abgelenkt, daß er auf einer Scheibe einen Kreis beschreibt. Durch einen radialen Schlitz der Scheibe tritt er für kurze Zeit in eine Kammer ein, in der er das Gas in einem Luftspalt zwischen zwei Platten ionisiert, über welche ein Elektrometer mit der zu messenden Spannung verbunden ist. Das Elektrometer ladet sich also zu der Spannung auf, welche dem Augenblick entspricht, in dem der Strahl durch den Schlitz fällt. Indem man die das Drehfeld erzeugenden Spulen um die Röhrenachse dreht, kann man den Strahl in jeder beliebigen Phase vor den Schlitz bringen. — Zur Wellenlängenmessung bei andauernden Schwingungen und als Stationsprüfer für solche Schwingungen gibt Scott-Taggart[67]) einen Apparat an, der einen durch Veränderung des Kondensators einstellbaren Schwingungskreis enthält, an dessen Spule in Sparschaltung Gitter und Kathode einer Senderöhre angelegt sind, in deren Anodenkreis das Meßtelephon liegt. Mit einer von außen kommenden Schwingung gibt die Anordnung Schwebungen, die innerhalb eines kleinen Bereichs hörbar sind; in der Mitte dieses Bereichs zeigt das Verschwinden des Tones die Resonanzlage an. — Ein Wellenmesser sehr kleiner Abmessungen (2 Kästchen von je $20 \times 7 \times 10$ cm^3) wird von Nesper[68]) beschrieben.

Funkentelegraphie im Kriege. Der General Ferrié[69]) beansprucht für das französische Feldtelegraphenwesen den Vorrang vor den Verbündeten und den Feinden in der Entwicklung der mit Kathodenröhren arbeitenden Verfahren, seien es Verstärker oder Sender. Auch in der Anwendung der Richtempfänger (Rahmen), der Erdtelegraphie, dem Meßwesen und der Verbesserung der Großstationen habe es in erster Reihe gestanden. — Meißner[70]) bespricht die Entwicklung der drahtlosen Telegraphie deutscher Technik im Kriege, indem er der Reihe nach eingeht auf Großstationen (Übergang zu ungedämpften Wellen, Vergrößerung der Antennen und Leistungen, Empfang mit Verstärkern), tönende Funkenstationen, für die verschiedensten Zwecke zu Lande, zu Wasser und in der Luft, Lichtbogensender (bis 50 kW), Röhrensender, Richtsender, Richtempfänger, Gleichrichter (für Relais), Hochfrequenzspulen, Antennen. Über diese werden folgende Sätze aufgestellt: Die Senderwirkung ist proportional dem Quadrat der mittleren Höhe und fast unabhängig von Länge und Form der Antenne; die Empfangswirkung ist proportional dem Quadrat der mittleren Höhe und einfach proportional der Länge und Fläche. — Eine Ausstellung der Gesellschaft Telefunken[71]) umfaßte zunächst die verschiedenen Formen des im Kriege gebrauchten Materials, kleinste tragbare Geräte für Sturmtruppen bis zu schweren fahrbaren Stationen; Land- und Schiffsstationen, Gerät für Flugzeuge. Die neueren Arbeiten der Gesellschaft auf dem Gebiete der Kathodenröhren kommen in den besonderen Empfängereinrichtungen, den Verstärkern, welche die Anwendung der Braunschen Rahmenantennen ermöglichten, den Röhrensendern für Telegraphie und Telephonie zur Geltung. — Der Aufsatz von Niemann[72]) enthält im einzelnen Angaben über die Antennenformen der verschiedenartigen Flugzeuge und ihre Richtungscharakteristiken, über die zur Stromerzeugung dienenden Einrichtungen, das Gerät für gedämpfte und ungedämpfte Wellen; auch die Benutzung dieser Einrichtungen zur Ortsbestimmung und die Bedeutung der Funkentelegraphie für den künftigen Verkehr wird erörtert.

Zahlreiche Mitteilungen besprechen Spezialapparate für die Feldtelegraphie oder besondere Erfahrungen im Felde: Bown[73]), Cameron[74]), Cusins[75]),

Gray und Reed[76]), Kollatz[77]), Slaughter, Gray und Stockes[78]), Nesper[79]), Vincent Smith[80]), Weeks und Little[81]), Wien[82]), sowie eine namenlose[83]).

[1]) G. O. Squier, El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S347. — [2]) Weagant, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 84, 110, 134, 180. — [3]) Spielrein, JB drahtl. Telegr. Bd 13, S 490. — [4]) G. W. O. Howe, JB drahtl. Telegr. Bd 13, S 511. — [5]) H. Boas, W. Burstyn und A. Meißner, ETZ S 258, 367. — [6]) van der Pol, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 225, 251. — [7]) M. Abraham, Arch. El. Bd 8, S 92. JB drahtl. Telegr. Bd 14, S 146. — [8]) L. W. Austin, Rev. Gén. El. Bd 6, S 551. — [9]) A. Meißner, JB drahtl. Telegr. Bd 14, S 269. — [10]) K. W. Wagner, Arch. El. Bd 8, S 145. — [11]) Chireix, Rev. Gén. El. Bd 5, S 284. — [12]) W. H. Eccles u. G. W. O. Howe, JB drahtl. Telegr. Bd 14, S 180. — [13]) A. Hund, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 470. — [14]) B. van der Pol jun., JB drahtl. Telegr. Bd 13, S 217. — [15]) W. Burstyn, JB drahtl. Telegr. Bd 13, S 362, 378. — [16]) H. Rausch von Traubenberg, JB drahtl. Telegr. Bd 14, S 569. — [17]) J. H. Dellinger, El. Masch.-Bau S 435. — [18]) A. Press, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 629. — [19]) Graf Arco u. W. Dornig, ETZ S 665, 687. — [20]) A. S. M. Sörensen, ETZ S 233. — A. Meißner, M. Wien u. Sörensen, ETZ S 429. — [21]) Rev. Gén. El. Bd 5, S 233. — El. Anz. S 165. — [22]) E. Nesper, Helios Fachz. S 217. — [23]) L. Bouthillon, ETZ S 525. (Ann. Postes, Télégr. et Téléph. 1918, 1.) — [24]) H. Thurn, ETZ S 545. — [25]) L. Bouthillon, ETZ S 181. — [26]) Sir Charles Bright, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 441, 464. — [27]) M. Abraham, JB drahtl. Telegr. Bd 14, S 259. — [28]) E. Bellini, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 273. — [29]) A. S. Blatterman, El. Masch.-Bau S 582. — El. World Bd 73, S 464. — [30]) A. Esau, El. Masch.-Bau S 401. — [31]) R. A. Fessenden, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 719. — [32]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 142. — [33]) H. R. Sankey, El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 509, 539. — [34]) A. L. Anderson u. H. F. Elliott, El. World Bd 74, S 452. — ETZ S 389. — [35]) L. Bouthillon, ETZ S 132. — [36]) F. Falkenthal, JB drahtl. Telegr. Bd 14, S 526. — [37]) K. Schmidt, ETZ S 562. — [38]) G. Graf v. Arco, JB drahtl. Telegr. Bd 14, S 558. — [39]) M. Osnos, JB drahtl. Telegr. Bd 13, S 270. — [40]) H. Barkhausen, JB drahtl. Telegr. Bd 14, S 27. — [41]) C. Gutton, Rev. Gén. El. Bd 5, S 629; Bd 6, S 365. — [42]) M. v. Laue, JB drahtl. Telegr. Bd 14, S 243. — [43]) R. Jaeger, JB drahtl. Telegr. Bd 14, S 361. — [44]) H. G. Möller, JB drahtl. Telegr. Bd 14, S 326. — [45]) H. Rukop, JB drahtl. Telegr. Bd 14, S 110. — [46]) G. Vallauri, JB drahtl. Telegr. Bd 13, S 25. — [47]) A. Blondel u. Ch. Lavanchy, Rev. Gén. El. Bd 6, S 875, 923. — [48]) W. H. Eccles u. F. W. Jordan, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 299. — [49]) Goutton u. Touly, Rev. Gén. El. Bd 5, S 415. — [50]) A. Meißner, ETZ S 65, 78, 318. — E. Nesper u. A. Meißner, ETZ S 291, 557. — [51]) M. Osnos, El. Masch.-Bau S 557. — [52]) Graf Arco, ETZ S 330. — [53]) C. L. Fortescue, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 294, 338, 414. — [54]) L. Kühn, JB drahtl. Telegr. Bd 14, S 395. — [55]) J. Scott-Taggart, El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 710. — [56]) M. Vos u. R. Ziegler, JB drahtl. Telegr. Bd 14, S 578. — [57]) S. R. Humby u. B. F. J. Schonland, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 443. — [58]) W. H. Eccles u. F. W. Jordan, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 298. — [59]) J. Scott-Taggart, El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 614. — [60]) L. B. Turner, El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 7. — [61]) Rev. Gén. El. Bd 6, S 610. — [62]) M. Latour, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 574. — [63]) G. Leithäuser, JB drahtl. Telegr. Bd 14, S 152. — [64]) J. Scott-Taggart, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 221. — [65]) Van der Byl, Rev. Gén. El. Bd 6, S 501. — [66]) E. Lübcke, JB drahtl. Telegr. Bd 13, S 108. — [67]) J. Scott-Taggart, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 243. — [68]) E. Nesper, ETZ S 416. — [69]) Ferrié, Rev. Gén. El. Bd 6, S 933. — [70]) A. Meißner, ETZ S 113. — [71]) Nairz, ETZ S 482. — El. Anz. S 81. — [72]) E. Niemann, JB drahtl. Telegr. Bd 14, S 69, 190. — [73]) R. Bown, El. World Bd 73, S 358. — [74]) A. D. Cameron, El. World Bd 73, S 521. — [75]) A. G. T. Cusins, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 493. — [76]) G. F. Gray u. J. W. Reed, El. World Bd 73, S 408. — El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 495. — [77]) C. W. Kollatz, El. Anz. S 430, 437. — [78]) N. H. Slaughter, G. F. Gray u. J. W. Stockes, El. World Bd 74, S 340. — [79]) E. Nesper, El. Masch.-Bau S 137, 152. — [80]) T. Vincent Smith, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 445. — [81]) P. T. Weeks u. D. G. Little, El. World Bd 73, S 627. — [82]) M. Wien, JB drahtl. Telegr. Bd 14, S 442. — [83]) JB drahtl. Telegr. Bd 13, S 552.

XI. Telephonie.

Theorie, Leitungsbau. Von Ministerialrat Prof. Dr. Franz Breisig, Berlin. — Apparate, Fernsprechbetrieb. Von Telegraphendirektor Karl Höpfner, Berlin.

Theorie, Leitungsbau.

Von Ministerialrat Dr. Fr. Breisig.

Stromverlauf; Messungen. Carson[1]) stellt für die Theorie des Stromverlaufs unter beliebiger EMK und in Netzen mit gegebenen Knotenbedingungen eine Verallgemeinerung des Satzes von Heaviside auf, zu der Pomey bemerkt, daß sie grundsätzlich durch alte Arbeiten von Mascart und Joubert sowie Vaschy bekannt sei. — Pomey[2]) leitet die Leitungsgleichungen für andauernde Wechselströme ab, ohne von den partiellen Differentialgleichungen auszugehen, indem er nämlich die entsprechenden Gleichungen für einen Kettenleiter aufstellt und die Zahl der Glieder unendlich groß werden läßt. — Pirani und Paschen[3]) definieren die Empfindlichkeit eines Telephons aus der Leistung, die es aus einem seiner Stärke nach reproduzierbaren Schallfelde mit einer Frequenz von 1000 Perioden in der Sekunde aufnimmt. Das Einheitstelephon nimmt unter den einzuhaltenden Bedingungen $0{,}8 \cdot 10^{-8}$ W auf. — King[4]) bespricht unter Hinweis auf frühere Messungen von Kennelly über die elektrischen Eigenschaften des Telephons die Methode der Messung mittels der Rayleighschen Brücke bei Benutzung des Vreelandschen Oszillators als Stromerzeugers. Er beschreibt außerdem einen Frequenzmesser für diese Versuche, bestehend aus einem gespannten Draht veränderlicher Länge und Belastung, der zwischen den Polen eines Elektromagnets liegt und gleich ihm von den Wechselströmen durchflossen wird. Die Resonanzperiode, erkennbar an den größten Ausschwingungen, kann auf weniger als $^1/_{1000}$ genau bestimmt werden.

Hochfrequenz-Telegraphie und -Telephonie. Wagner[5]) bespricht die Vielfachtelegraphie und -Telephonie auf Leitungen mit Hilfe schneller Wechselströme, wie sie durch das Telegraphenversuchsamt ausgebildet worden ist. Nach einer Übersicht über andere Versuche und einem Bericht über das Verhalten von Leitungen verschiedener Art gegen Wechselströme hoher Frequenz erörtert er zunächst die Fernsprecheinrichtung, wie sie versuchsweise auf einer oberirdischen Leitung zwischen Berlin und Hannover im Gebrauch ist. Parallel zu der gewöhnlichen Einrichtung können ein oder mehrere Wechselstromsysteme angeschaltet werden, bei den Versuchen zunächst drei. Diese Systeme sind so eingerichtet, daß hochfrequente Ströme nur innerhalb der Amtsschaltungen und auf der Fernstrecke vorkommen, nicht aber auf der Anschlußseite der Teilnehmer, so daß die Hochfrequenzverbindungen im Betrieb wie andere behandelt werden können. Die vom Teilnehmer kommenden Sprechströme wirken, wenn erforderlich verstärkt, auf das Gitter der Hochfrequenz-Senderöhre. Deren Schwingungen werden, von Oberschwingungen gereinigt, der Leitung zugeführt. Am fernen Ende werden sie durch ein abgestimmtes System einem Gleichrichter zugeführt und verstärkt an den zum Teilnehmer führenden Transformator abgegeben. Für das gleichzeitige Arbeiten mehrerer Hochfrequenzsysteme sind Anordnungen erforderlich, die als Drossel- und Siebketten bezeichnet sind. Beide bestehen aus Kettenleitern. Die Drosselkette wird zur Reinigung der Sendeschwingungen benutzt, die Siebketten werden hinter dem abgestimmten Empfangskreis eingeschaltet und trennen die für jedes Hochfrequenzsystem bestimmten Ströme sicher von denen mit benachbarten Frequenzen. Telegraphierversuche, unter Empfang durch ein Telephon, wurden nach einer Anordnung von Faßbender und Habann ausgeführt. Die miteinander arbeitenden Stellen haben Röhrensender mit etwas verschiedener Periode. Solange beide den Erregerkreis ihrer Gitter schließen, hören beide



Beamte den Schwebungston; unterbricht einer den Kreis seines Gitters, so werden beide Telephone still. Mit 0,05 W wurde auf 3 mm starken Kupferdrähten eine Entfernung von 200 km überbrückt. — Die Theorie und das Verhalten von Kettenleitern werden von Wagner[6]) näher besprochen. Der allgemeine Kettenleiter, dessen Glied zwischen den beiden Anfangs- und den beiden Endanschlußpunkten beliebig gestaltet ist, wird zum „Spulenleiter", wenn je ein Anfangs- und ein Endpunkt durch eine Spule, je zwei Anfangs- oder Endpunkte durch einen Kondensator verbunden werden; tauschen Spulen und Kondensatoren die Plätze, so entsteht der Kondensatorleiter. Für die Technik sind solche Anordnungen besonders wichtig, bei denen energieverzehrende Widerstände in diesen Teilen möglichst fehlen. Der Spulenleiter läßt bis zu einer bestimmten Frequenz, der Eigenfrequenz des Kettengliedes, alle niederen Frequenzen durch, während er die höheren durch innere Reflexion vom Ende fernhält; der Kondensatorleiter dagegen fängt alle Frequenzen unter der Eigenfrequenz des Kettengliedes ab und läßt die höheren durch. Wenn man den Kondensatoren einer Spulenleitung Spulen als Nebenschlüsse gibt, oder in Reihe mit ihren Spulen Kondensatoren schaltet, so entsteht eine Leitungsform, die als Siebkette bezeichnet wird. Sie läßt nur die Frequenzen eines abgrenzbaren Bereichs durch. Anwendung finden die Spulenleiter z. B., um bei Maschinen- oder Röhrensendern die neben der Grundfrequenz auftretenden Oberschwingungen von der Ausstrahlung fernzuhalten; die Siebketten, um beim gleichzeitigen Empfang mehrerer Frequenzen jede einzelne von den anderen zu trennen. Sie eignen sich dazu besser als Resonanzschaltungen, weil die Stelle guter Durchlässigkeit breiter ist als bei jenen. In der Meßtechnik dienen sie dazu, aus einem Frequenzgemisch bestimmte Oberschwingungen herauszuheben. — Faßbender und Habann[7]) haben ähnliche Versuche für Zwecke der Feldtelegraphie ausgeführt und erörtern die Anwendung der Ergebnisse auf den allgemeinen Verkehr. — Pupin und Armstrong[8]) beschreiben in den franz. Pat. 485533 und 20499 Verfahren, um Schwingungskreisen für bestimmte Frequenzen möglichst geringen, für benachbarte möglichst hohen Scheinwiderstand zu geben, und zwar durch Einschalten einer Vorrichtung, die bei fallender Spannung steigenden Strom liefert, eines sog. negativen Widerstandes. Ein Teil der Anordnungen benutzt dazu oberhalb der Synchrongeschwindigkeit betriebene Einphasenmotoren, ein anderer Teil sieht Dreigitterröhren vor. Bei den letzteren liegt eine der Selbsterregung von Schwingungen durch Rückkopplung ähnliche Schaltung vor, indessen soll die Rückkopplung so bemessen werden, daß die anstoßende Schwingung erheblich verstärkt wird, ohne daß aber selbststeuernde Schwingungen auftreten.

Störungen durch Starkströme. Lhériaud[9]) hat am Schienenmaterial und am fertigen Bahnkörper einer Bahn mit Einphasenbetrieb in den Pyrenäen umfangreiche Messungen über Widerstände und Stromverteilung gemacht, aus denen er folgendes schließt: Um einen zu großen Spannungsabfall zu verhüten, müssen die Schienen stellenweise geerdet werden. Dies befördert aber das Austreten der Rückströme, so daß die Schienen nur an den Speisepunkten und an der Stelle der Stromabnahme einen erheblichen Teil des Rückstroms führen. Um die Rückströme in den Schienen zu halten, ist es erforderlich, die Speisepunkte ziemlich eng zu legen; nur in diesem Fall haben gute Schienenverbindungen einen merklichen Vorteil. Dieser tritt noch mehr in die Erscheinung, wenn zwischen den Speisepunkten Saugtransformatoren liegen. 8 km von einem zum anderen sollten nicht überschritten werden. — Warren[10]) bespricht unter Bezugnahme auf ausgeführte Anlagen die Mittel, durch welche man Schwachstromleitungen gegen die Einwirkungen aus Starkstromleitungen, besonders Bahnleitungen, schützen kann. Vorab sollte man jede der beiden Anlagen möglichst symmetrisch machen. Dies ist aber bei Bahnanlagen nicht möglich. Ausgleichsleitungen, d. h. an den Grenzen des Störungsgebiets oder außerhalb dessen geerdete Leitungen in der Nähe der zu schützenden, in denen die Primärwicklungen von Transformatoren liegen, deren Sekundär-

wicklungen in die zu schützenden Leitungen eingeschaltet sind, bringen die induzierte Spannung auf etwa $^1/_{10}$ herunter, aber sie sind für den Schwachstrombetrieb selbst so gut wie unverwendbar. In der Mitte geerdete Drosselspulen sind, wenn sie gut symmetrisch sind, ein gutes Schutzmittel für Fernsprechleitungen, aber für Telegraphie nicht brauchbar. Es werden u. a. auch die Saugtransformatoren erwähnt. Zum Schlusse wird bemerkt, daß solche Anlagen erst nach eingehenden Beratungen der Ingenieure beider Techniken hergestellt werden sollten, weil dadurch außerordentlich an Kosten für später notwendige Schutzmaßregeln gespart werden könnte. — Einen allgemeinen Überblick über die Frage des Starkstromschutzes mit theoretischen und versuchsmäßigen Ergänzungen für verschiedene Fälle der Praxis gibt Valensi[11]).

[1]) J. R. Carson, Rev. Gén. El. Bd 5, S 715. — [2]) J. B. Pomey, Rev. Gén. El. Bd 6, S 131. — [3]) M. Pirani u. P. Paschen, ETZ S 539. — [4]) L. V. King, Rev. Gén. El. Bd 6, S 401. — Journ. Frankl. Inst. 1919, S 613. — [5]) K. W. Wagner, ETZ S 383, 394. — [6]) K. W. Wagner, Arch. El. Bd 8, S 61. — [7]) H. Faßbender u. E. Habann, JB drahtl. Telegr. Bd 14, S 451. — [8]) M. J. Pupin u. E. H. Armstrong, Rev. Gén. El. Bd 5, S 270. — [9]) J. Lhériaud, Rev. Gén. El. Bd 5, S 91. — [10]) H. S. Warren, Rev. Gén. El. Bd 5, S 175 (s. JB 1918, S 99; nach Proc. Am. Inst. El. Eng. 1918, S 1018.) — [11]) G. Valensi, Rev. Gén. El. Bd 6, S 124. — Ann. PTT Jg 8, S 24.

Apparate, Fernsprechbetrieb.

Von Telegraphendirektor Karl Höpfner.

Amtseinrichtungen, Handämter. Über den Verbindungsleitungsverkehr in Handämtern berichtet Hartz[1]). — Freeman[2]) hat eingehende Untersuchungen an Schnurpaaren mit Schlußzeichen angestellt, um die in ihnen auftretenden Sprechstromverluste zu ermitteln und die betriebstechnischen Vorzüge und Nachteile der Schaltarten zu erkennen. — Farlet[3]) und Barbarat[4]) berichten über die Verbesserung des Fernsprechbetriebes und die Ausdehnung des Fernsprechnetzes von Paris. In Paris sind die Sprechstellen noch mit örtlichen Mikrophonbatterien ausgestattet, trotzdem die Fernsprechämter zentrale Mikrophonbatterien haben. — Olivier[5]) und Ammon[6]) geben Vorschläge ab für die Aussprache der Ziffern im Verkehr zwischen Amt und Teilnehmern und im Dienstverkehr von Amt zu Amt, um die Verwechselung ähnlich klingender Ziffern zu vermeiden; Ammon[6]) schlägt außerdem eine besondere Anordnung und Bezeichnung der Klinken an den Vielfachumschaltern vor; hierzu äußert sich Kruckow[5]) kritisch. — Nach Kruckow[7]) sind die Handämter O.-B. im Reichs-Telegraphengebiet mit zweiseitigen Schlußzeichen ausgerüstet worden, soweit sie es noch nicht waren. In den Fernsprechnetzen für Z-B-Betrieb ist die Speisestromzuführung für Nebenstellenanlagen über die Amtsleitungen einheitlich geregelt worden. — J. Baumann[8]) beschreibt ein sog. SS-System (Simultanschaltersystem) für mittlere und große Fernsprechämter; dies ist eine Einrichtung, in der der Teilnehmer mit Hilfe von Anrufsucherwählern eine freie Beamtin selbsttätig auswählt.

Selbsttätige Einrichtungen. Aus einem Bericht von Kruckow[7]) über die Entwicklung und Anwendung des Fernsprechers während der Kriegszeit ist zu entnehmen, daß in Deutschland keine neuen Ämter für Wählerbetrieb eingerichtet worden sind; dagegen ist in Posen ein Hilfsamt für den rein selbsttätigen Betrieb eingerichtet worden. In Dresden-Striesen ist ein Unteramt für den halbselbsttätigen Betrieb erbaut worden. — Ein mit Wechselstrom betriebener Wähler der Western El. Co.[9]) dient dazu, aus einer Gruppe von Sprechstellen in einer Leitung eine bestimmte Sprechstelle von einer Zentrale aus anzurufen. — Laidlaw und Grinstead[10]) behandeln in einer in der Inst. El. Eng. vorgelesenen Schrift die Frage der Fernsprechsysteme für große Städte,

mit besonderer Berücksichtigung von London; sie prüfen die Möglichkeiten zur Verbesserung der Güte des Fernsprechdienstes, die Tarifverbesserungen und die Möglichkeiten der Ausgabenbeschränkung. Die Verfasser erwarten eine Verbesserung der Güte des Fernsprechdienstes nur vom selbsttätigen Betrieb, und zwar durch die damit erreichbare Verkürzung der Zeiten bis zum Anruf des verlangten Teilnehmers und ferner durch eine größere Gleichmäßigkeit der Anrufzeiten. Der selbsttätige Betrieb würde den Unterschied in den Anrufzeiten im inneren Amtsverkehr und im Verbindungsleitungsverkehr ausgleichen. Nach Laidlaw und Grinsted bestehen keine Schwierigkeiten, das selbsttätige System auch in großen Städten zu verwenden. — In England prüft man[11]) die Frage, welche Zukunft der selbsttätige Betrieb, insbesondere in London, haben wird. Das größte Amt mit selbsttätigem Betrieb in England ist das in Leeds mit 6000 Teilnehmern. Trotz des großen Sprunges von 6000 auf 140000 (Teilnehmerzahl in London) hält man den Plan des selbsttätigen Betriebes in London für durchführbar. Die Schwierigkeiten seien weniger technischer Art als vielmehr wirtschaftlicher Natur. Ein Vorzug würde die Verminderung der Zahl der Zentralen sein, da eine selbsttätige Zentrale bis zu 30000 Teilnehmer aufnehmen könne, ein Handamt dagegen nur 15000. Das anzuwendende System wird eine Zusammenfassung der vorteilhaften Eigenschaften der Systeme von Strowger, Western El. Co., Siemens & Halske sein; das System von Lorimer wird nicht in Betracht kommen. — In Washington[12]) will man zur Beseitigung von Personalschwierigkeiten und zur Beschleunigung des Betriebes zum selbsttätigen Vermittelungsbetrieb übergehen. Zunächst soll ein Unteramt eingerichtet und dann das Hauptamt umgebaut werden. — Boush und Janculesco[13]) berichten über selbsttätige Fernamtseinrichtungen, die vonder Automatic El. Co. in Amerika getroffen worden sind und die es gestatten, ferne Ämter und, falls diese auch Wählerbetrieb haben, deren Teilnehmer über Zwischenämter hinweg mit Hilfe von Wählern anzurufen. In England sollen ähnliche Versuche angestellt worden sein. Die Stromstöße zum Einstellen der Wähler gehen über die sonst für Telegraphenzwecke benutzbaren Wege einer Fernleitung. — Kruckow[13a]) hat in einem Fortbildungskursus (s. S. 148) Vorträge über Wähler im Fernsprechbetrieb gehalten.

Fernverkehr. Die Entwicklung der Hochvakuum-Elektronenröhre als Fernsprechverstärker übt einen grundlegenden Einfluß auf die künftige Gestaltung der Fernleitungsnetze aus. Über die Theorie der Elektronenröhre sind nach Beendigung des Krieges von namhaften Autoren Veröffentlichungen herausgekommen, die während des Krieges geheim gehalten werden mußten. Dies sind die Arbeiten von Barkhausen[14]), Schottky[15]), Mühlbrett[16]), M. Abraham[17]), Möller[18]), Marius Latour[19]), van der Byl[20]). Das Studium dieser Arbeiten, insbesondere der von Barkhausen und Schottky, ist für Fernsprechtechniker empfehlenswert. — Bemerkenswert ist auch eine Veröffentlichung des Bureau of standards in Washington[21]) über die Bestimmung der Kennzeichen eines Verstärkers insofern, als es ein einfaches Verfahren zur Bestimmung des Verstärkungskoeffizienten und des inneren Widerstandes bringt. — Batsel[22]) vom amerik. Signalkorps berichtet ebenfalls über Hochvakuumverstärker zur Verstärkung schwacher Fernsprechströme; es handelt sich darin um Apparate für den Feldgebrauch. — Donle[23]) von der Radio Eng. Connecticut Telephone and El. Co. beschreibt einen Hochvakuumverstärker mit drei Elektroden, bei dem die Anode außerhalb des Vakuumgefäßes an der Glaswandung angebracht ist. Die Glaswandung wird elektrolytisch leitend, wenn sie mit gewissen Metallen in Berührung steht, schon bei wesentlich geringeren Temperaturen und läßt dann die Elektronen hindurch.

Fernsprechverstärker. Über die praktische Verwertung der Elektronenröhren im Fernleitungsbetrieb liegt eine bemerkenswerte Arbeit von Gherardi und Jewett[24]) vor. Nach einer eingehenden Beschreibung der einzelnen Verstärkermuster, u. a. des mechanischen Verstärkers von Shreeve und der Elektronenröhre gehen die Verfasser auf die verschiedenen Schaltungen für Ver-

stärker über und beschreiben die sog. Einröhrenschaltung, in der das Pfeifen des Verstärkers durch die Übereinstimmung der Scheinwiderstände der beiden Leitungen verhindert wird, ferner die sog. Zweiröhrenschaltung, in der jeder Fernleitung eine Verstärkerröhre zugeordnet ist und in der das Pfeifen der Verstärker durch die künstliche Nachbildung des Scheinwiderstandes jeder Fernleitung vermieden wird (vgl. auch JB 1918, S 150). Endlich wird eine sog. Vierdrahtschaltung beschrieben, in der für jede Sprechrichtung eine Doppelleitung verwendet wird. Beide Leitungen werden an den Endpunkten über eine Wheatstonesche Brücke oder eine Differentialschaltung zu einer weitergehenden Doppelleitung zusammengefaßt; sie ist eine vervollkommnete Kesterensche Schaltung. Diese in Deutschland schon im Kriege bekannt gewesene Schaltung hat den großen Vorzug, unabhängig von der Art der Leitungen zu sein und recht große Verstärkungen zu ermöglichen; sie scheint für Fernkabelbetrieb besonders geeignet zu sein, weil sie eine erhebliche Verminderung des Drahtquerschnitts zuläßt. Gherardi und Jewett erläutern dann an Beispielen, wie die Scheinwiderstände von Leitungen nachgebildet werden können, sowohl von gewöhnlichen als auch von pupinisierten Leitungen. Ferner beschreiben sie die Verstärkereinrichtungen in der Transkontinental-Linie New York-Washington, im Fernkabel Boston-Washington u. a. m. Eine große Zahl von Lichtbildern trägt zur Erläuterung der Ausführungen bei. — Höpfner[25]) beschreibt die in Deutschland verwendeten Fernsprechverstärker und Schaltungen. — In Stralsund und Malmoe sind Verstärkereinrichtungen[26]) in der Zweiröhrenschaltung mit künstlichen Nachbildungen der Leitungen für den deutsch-schwedischen Sprechverkehr getroffen worden. — H. Abraham und Eugène Bloch[27]) berichten über Verstärker für Wechselströme niederer Frequenz und für Gleichströme. — Statters und Lonnon[28]) beschreiben eine besondere Art einer Einröhrenschaltung für Verstärker.

Hochfrequenztelegraphie und -telephonie. Die Vervollkommnung der Elektronenröhre, namentlich als Erzeuger ungedämpfter Schwingungen, hat wesentlich dazu beigetragen, daß das seit den Arbeiten von Ruhmer (1909) und von Squier (1911) im Grundsatz bekannte Verfahren des Mehrfachfernsprechens und -Telegraphierens mit schnellen Wechselströmen in den praktischen Betrieb eingeführt werden konnte. Über die im Frühjahr 1919 begonnenen Arbeiten des T. V. A. auf diesem Gebiet berichtet Karl Willy Wagner[29]) eingehend in einem Vortrag in der Sitzung des Elektrotechnischen Vereins am 27. Mai 1919, indem er zunächst auf die geschichtliche Entwicklung und dabei auch auf die im letzten Kriegsjahr von Faßbender und Habann im Auftrage des Feldnachrichtenchefs ausgeführten Versuche eingeht. Im zweiten Teil untersucht Wagner die Fortpflanzung schneller Wechselströme auf Leitungen und bringt ausführliche Zahlenangaben über die Dämpfung schneller Wechselströme auf Freileitungen und Kabeln. Im dritten Teil bringt Wagner Einzelheiten über die Schaltung der Sender und Empfänger, sowie über die Verbindung beider mit den Teilnehmern. Ein wesentlicher Bestandteil der Schaltungen sind die von Wagner mathematisch eingehend untersuchten Vorrichtungen zum Aussieben bestimmter Frequenzen und Frequenzgruppen, d. s. die sog. Siebketten. Im vierten Teil berichtet Wagner über die Telegraphierversuche von Faßbender und Habann. Im fünften Abschnitt behandelt er das Anwendungsgebiet, die Gesichtspunkte für die Weiterentwicklung und die Aussichten des neuen Verfahrens, u. a. die Zwischenverstärkerschaltung, mit Hilfe deren große Entfernungen überbrückt werden sollen. — Faßbender und Habann[30]) berichten über ihre eigenen Versuche auf dem Gebiete des Mehrfachbetriebes während des Krieges und nach dem Kriege im Auftrage der Deutschen Telephonwerke.

Frank B. Jewett[31]) berichtet über die Einrichtungen für den Mehrfachfernsprechbetrieb auf einer Leitung zwischen Pittsburgh und Washington. Soweit dem Bericht zu entnehmen ist, werden außer dem gewöhnlichen Gespräch noch vier Gespräche mit schnellen Wechselströmen verschiedener Wechsel-

zahl geführt. Die für die Gespräche vorgesehenen Grundfrequenzen unterscheiden sich um 2500 Per/s voneinander. Die Hochfrequenzapparate sind in Tuxedo und Brushton, Vororten von Washington und Pittsburgh aufgestellt. Von den Vororten werden die bis dahin hochfrequent geführten Gespräche in gewöhnlicher niederfrequenter Schaltung in besonderen Leitungen nach den Hauptorten weitergeleitet. Der Bericht ist durch eine Ansicht der Apparate erläutert.

Mauborgne[32]) berichtet, daß beim Mehrfachtelephonverkehr auf Leitungen mit Hochfrequenzströmen nach dem Vorschlage von Heising die Schwingungen der Senderöhre in folgender Weise beeinflußt werden: Da die Amplitude des Hochfrequenzstroms direkt proportional ist zu der der EMK, die zwischen Anode und Glühkathode der Generatorröhre herrscht, so ist es möglich, durch Verändern der EMK im Takte der Hörfrequenz den Zug kontinuierlicher Wellen in entsprechender Weise zu beeinflussen, den der Generator an die angeschlossene Fernleitung abgibt. Zur Modulation der Wellen dient eine zweite Elektronenröhre, bei der der zwischen Anode und Glühkathode bestehende Widerstand in Übereinstimmung mit der Sprache geändert wird. In einem an das Empfängerende angelegten, abgestimmten Kreis aufgenommen, gleichgerichtet und in zwei Verstärkerröhren verstärkt, erzeugen die Wellen einen hörbaren Ton im Empfangstelephon. Die Versuche sind zwischen Washington und New York mit Hochfrequenzströmen von 600000 Per/s ($\lambda = 500$ m), 60 mA, ausgeführt worden und sollen sehr gute Ergebnisse geliefert haben.

Die „Canadian Independent Telephone"-Gesellschaft hat unter Mitwirkung von Lee de Forest und Culver Einrichtungen treffen lassen[33]), um auf einer Leitung Toronto-Dundas (etwa 64 km) 7 Gespräche mit den Wellenlängen 600, 1000, 1600 m und mit 4 Wellenlängen zwischen 12000 und 6000 m zu führen.

In Frankreich sind Versuche mit einem Apparat, dem sog. Kryptophon, ausgeführt worden, der das Mithören von Gesprächen auf den Fernleitungen durch Unbefugte verhindern soll. Hierüber berichten Poirson und Carpentier[34]). Das Verfahren besteht im wesentlichen darin, daß die beiden Leitungsdrähte der Fernleitung am Anfang der Leitung in schneller Folge periodisch miteinander vertauscht werden. Erfolgt diese Vertauschung rasch genug, mehr als 1000 mal in der Sekunde, so wird die Sprache für den, der sich mit einem Fernhörer an die Leitung anschaltet, unverständlich. Die Sprachentstellung wird für den am Gespräch beteiligten Teilnehmer dadurch unwirksam gemacht, daß am Ende der Leitung die Leitungsdrähte ebenfalls in derselben schnellen Folge, aber im umgekehrten Sinne wie am Anfang vertauscht, also zurückgetauscht werden. Die beiden Maschinen am Anfang und Ende müssen somit synchron laufen.

Apparattechnik. Valensi[35]) berichtet über einen von der Western El. Co. hergestellten Apparat zum Prüfen und ziffernmäßigen Bewerten des Nebensprechens in Fernsprechkreisen „cross-talk-meter". Es wird eine aus induktionsfreien Widerständen bestehende Kunstleitung in der bekannten H-Schaltung verwendet, deren Widerstände in beiden Längsbalken fest sind und deren Widerstand im Querbalken des H einstellbar ist. Bei der Bemessung der Widerstände ist auf die Anpassung an die Endapparate Rücksicht genommen worden. — Valensi[36]) berichtet ferner über einen neuen von der Western El. Co. eingeführten Apparat zur Messung von Sprechstromverlusten in Fernsprechkreisen („transmission-measuring-set"). Der Apparat besteht aus Widerstandsanordnungen zur Nachbildung von Leitungen mit verschiedenen Wellenwiderständen, zwischen die der zu messende Fernsprechkreis (Schnurpaar, Apparatsatz, Leitung od. dgl.) geschaltet wird, und endlich aus einer einstellbaren Widerstandsanordnung zur ziffernmäßigen Bewertung der Lautstärke. Beim Entwurf des Apparates ist sorgfältig darauf geachtet worden, daß Fehler durch schlechte Anpassung an die Leitungen vermieden werden. — Höpfner[37]) berichtet über Ersatzleitungen für Fernsprechversuche und über Sprechstromverluste in Amtseinrichtungen[37a]). — Hohage[38]) berichtet in einem Vortrag im Elektrotechnischen Verein in Hamburg über die Verwendung von Kathoden-

röhren in der Fernmelde- und Meßtechnik. Nach einem kurzen Überblick über den Aufbau und die inneren Vorgänge wird die Wirkungsweise der Röhre in der Schaltung als Verstärker, Schwingungserzeuger und Gleichrichter erklärt. Hohage beschreibt u. a. einen sog. Röhrenspannungsmesser, der es gestattet, Wechselspannungen beliebiger Größe und Frequenz fast verlustlos zu messen. Die Wirkungsweise dieses Apparats beruht darauf, daß der Anodenstrom einer Hochvakuumröhre bei konstanter Gitterspannung in hohem Grade von der Anodenspannung abhängt. Wenn die zu messende Wechselspannung als Anodenspannung benutzt wird, ist es bei Verwendung der Röhre EVE 173 von Telefunken möglich, ziemlich kleine Spannungen (bis zu kleinen Bruchteilen von 1 V hinunter) schon mit empfindlichen Zeigergalvanometern als Strommesser im Anodenkreis zu messen. Der große innere Widerstand der Kathodenröhre (400000 Ω und mehr) verhindert zu große Energieentnahmen aus dem Meßkreis. Hohage beschreibt einfache Methoden zur Untersuchung von Fernsprechapparaten und Leitungen mit Hilfe des Röhrenspannungsmessers und teilt Versuchsergebnisse mit. Hohage beschreibt ferner ein Meßverfahren auf der Grundlage der Dreivoltmetermethode zum Messen von Scheinwiderständen nach Betrag und Phase. Bemerkenswert ist auch ein Vorschlag von Hohage, mit Hilfe einer Kathodenröhre als Tonschwingungserzeuger und zweier Röhren als Verstärker eine Meßeinrichtung zu schaffen, die ebenso wie die bekannte Frankesche Maschine Wechselstromgrößen nach Betrag und Phase zu messen gestattet. — Über ähnliche empfindliche Meßgeräte zur Messung von Wechselströmen berichten Abraham und Bloch[39]). — Die Thermophone[40]) sollen so weit verbessert sein, daß sie auf gewissen Gebieten den elektromagnetischen Fernhörer ersetzen können. — A. Soret und R. Couespel[41]) berichten über Versuche mit vielzelligen Mikrophonen. Ph. Brömser[42]) schlägt vor, die Eigenschwingungszahl von Mikrophon- und Fernhörermembranen wesentlich zu erhöhen, um größere Deutlichkeit der Sprache zu erzielen. — Die Zeitschrift „Telephony", September 1918, bringt genaue Angaben über die Herstellung und Beschaffenheit der Kohlekörner für Mikrophone[43]). — Lindley Pile[44]) untersucht einen Hörer-Mikrophonsummer mit dem Oszillographen. — Baumgartner[45]) berichtet über eine neue Induktionsspule mit geschlossenem Eisenkreis für Sprechstellen mit örtlichen Mikrophonbatterien; die neue Spule ist besser an die Leitungen angepaßt, als die alte hochgewickelte Spule. — B. S. Cohen[46]) beschreibt eine Einrichtung zur telephonischen Verständigung zwischen Luftfahrzeugführer und Begleiter. — Ammon[47]) beschreibt eine neue Wählscheibe für Sprechstellen mit Selbstanschlußbetrieb. — Kollatz[48]) beschreibt das Telegraphon von Seelau und Newman, ein Wachswalzentelegraphon mit Antwort- und Sprechwalze. — Georg Schmidt[49]) berichtet ausführlich über die für den Fernsprechverkehr im Felde getroffenen Einrichtungen, insbesondere die Feldklappenschränke und Feldvielfachumschalter, ferner Summeranrufschränke, Abhorchgerät, Erdtelegraphenapparate u. dgl. — Hans Schäfer[50]) beschreibt ebenfalls das im Felde verwendete Abhorchgerät.

Nebenstellenanlagen und besondere Fernsprechanlagen. Hendrichs[51]) bespricht die Notwendigkeit des Normalisierens der im Nebenstellenwesen verwendeten Apparate und Schaltungen, um den Anforderungen bei erhöhter Wirtschaftlichkeit entsprechen zu können. Darüber hinaus regt Hendrichs die Aufhebung der einschränkenden Bestimmungen an, die das Reichspostamt am 12. 11. 1911 für den Ausbau von Nebenstellenanlagen getroffen hat. Hendrichs schlägt ferner eine schärfere Überwachung der Nebenstellenanlagen durch die Reichstelegraphen-Verwaltung vor. Diese Vorschläge werden von Schotte[52]), Hoffmann[53]), Bey und Remmert[54]) sowie von Perlewitz[55]) kritisch beleuchtet oder ergänzt. — Salzer[56]) beschreibt zusammenfassend das Wesen einer Privat-Fernsprechzentrale mit Amtsleitungen und reichsseitigen Nebenstellen. — Kurt Schmidt[57]) beschreibt das von der Siemens & Halske A.-G. ausgearbeitete Oklisystem (offenes Klinkensystem). — C. Beckmann[58]) bringt

hierzu kritische Bemerkungen. — Im Prinzeßtheater in Crayford hat die Western El. Co.[59]) eine Fernsprechanlage eingerichtet, die schwerhörigen Personen mit Hilfe von Mikrophonen auf der Bühne das Verstehen der auf der Bühne gesprochenen Worte erleichtert. — Gunderloch[60]) beschreibt eine in den Bergwerken Oberschlesiens eingerichtete Fernsprechanlage, in der sich die unterwegs befindlichen Lokomotiven in einfacher Weise mit Fernsprechapparaten an einen längs der Bahn ausgespannten Bronze- oder verbleiten Eisendraht anschließen und den Maschinenraum oder andere wichtige Stellen anrufen können.

Umfang des Fernsprechverkehrs. Der englische Generalpostmeister[61]) berichtet im Unterhaus über das finanzielle Ergebnis des Telephondienstes im Jahre 1918 und geht dabei auch auf die Pläne für die Erweiterung und den Neubau der Amtseinrichtungen, sowie auf die Kabelerweiterungspläne ein. — Vail[62]) berichtet den Teilhabern der American Telegr. and Teleph. Co. über die Entwicklung des Fernsprech- und Telegraphenbetriebes dieser Gesellschaft während der Zeit, in der die amerikanische Regierung die Kontrolle über den gesamten Betrieb besaß, und weist auf die wesentlichen Fortschritte in fast allen Dienstzweigen hin.

Im J. Télégr.[63]) wird über die Ausdehung des Fernsprechers in den Vereinigten Staaten von Amerika (1917), in Ceylon (1917), in der südafrikanischen Union (1917), in Schweden (1917), in den Niederlanden (1917), in der Schweiz (1917 bis 1918), in Niederl. Indien (1917), in Österreich (1916), in Brasilien (1917), Luxemburg (1916 bis 1917) und in Engl. Indien (1917 bis 1918) berichtet. — Die ETZ berichtet über den norwegischen Fernsprechbetrieb 1916 bis 1917[64]).

[1]) Hartz, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 7, 4. Sonderheft, S. 101. — [2]) Freeman, Ann. PTT. Jg 8, S 411. — [3]) Farlet, Ann. PTT. Jg 8, S 83. — [4]) Barbarat, Ann. PTT. Jg 8, S 559. — [5]) Olivier, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 8, S 108. — [6]) Karl Ammon, ETZ S 516. — [7]) A. Kruckow, ETZ S 137. — [8]) J. Baumann, El. Anz. S 425. — [9]) Ann. PTT. Jg 8, S 64. — [10]) E. A. Laidlaw u. W. H. Grinstead, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 599. — El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 641. — [11]) Ann. PTT. Jg 8, S 508. — Times Engineering Suppl. Mai 1919. — [12]) ETZ S 93. — J. Télégr. 1918, S 192. — [13]) C. Janculesco, Rev. Gén. El. Bd 5, S 595. — J. C. Boush, Telephony, Jan. 1916. — Ann. PTT. Jg 8, S 485. — [13a]) Kruckow, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. 2. Sonderheft, S 49. — [14]) H. Barkhausen, El. Masch.-Bau S 518. — J. drahtl. Telegr. Bd 14, S 27. — [15]) W. Schottky, Arch. El. Bd 8, S 1, 299. — ETZ S 539. — [16]) Mühlbrett, Arch. El. Bd 8, S 32. — [17]) M. Abraham, Arch. El. Bd 8, S 42. — [18]) H. G. Möller, Arch. El. Bd 8, S 46. — [19]) M. Latour, Rev. Gén. El. Bd 6, S 709. — [20]) H. J. van der Byl, Rev. Gén. El. Bd 5, S 289 (nach Phys. Rev. Ser. 2, Bd 12, S 171). — [21]) Ann. PTT. Jg 8, S 194. — [22]) M. C. Batsel, El. World Bd 73, S 568. — [23]) H. P. Donle, El. World Bd 73, S 1204. — [24]) Gherardi u. Jewett, Proc. Am. Inst. El. Eng. November 1919, u. Ann. PTT. März 1920. — [25]) K. Höpfner, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 7, 3. Sonderheft, S 74. — [26]) Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 8, S 139. — [27]) H. Abraham u. E. Bloch, Rev. Gén. El. Bd 6, S 109. — [28]) J. E. Statters u. W. U. Lonnon, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 147. — [29]) K. W. Wagner, ETZ S 383, 394. — Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 8, S 29. — [30]) Faßbender u. Habann, JB drahtl. Telegr. Bd 14, S 451. — [31]) F. B. Jewett, El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 165. — Electr. (Ldn.) Bd 82, S 127. — [32]) J. O. Mauborgne, El. Masch.-Bau S 480 (nach J. Franklin Inst. Bd 186, Heft 1). — [33]) P. Off. El. Eng. Bd 12, S 171. — J. Télégr. S 131 (nach El. Rev. Ldn). — [34]) Poirson u. Carpentier, Ann. PTT. Jg 8, S 239. — Génie civil Bd 75, S 135. — C. R. Bd 169, S 172. — Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 8, S 167. — ETZ S 586. — Rev. Gén. El. Bd 6, S 565. — [35]) Valensi, Ann. PTT Jg 8, S 416. — [36]) Valensi, Ann. PTT. Jg 8, S 398. — [37]) K. Höpfner, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 8, S 49. — [37a]) K. Höpfner, Telegr.- u. Fernsprech-Techn. Jg 7, 4. Sonderheft, S 119. — [38]) K. Hohage, Helios Fachz. S 193, 201. — [39]) Abraham u. Bloch, C. R. Bd 169. — Ann. PTT. Jg 8, S 474. — [40]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 242. — Ann. PTT. Jg 8, S 674. — [41]) A. Soret u. R. Couespel, Rev. Gén. El. Bd 6, S 417. — [42]) Brömser, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 8, S 8. — [43]) Rev. Gén. El. Bd 5, S 671. — [44]) L. Pyle, El.

Rev. (Ldn.) Bd 83, S 438. — [45]) Baumgartner, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 8, S 104. — [46]) B. S. Cohen, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 548, 575. — [47]) Ammon, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 8, S 181. — [48]) C. W. Kollatz, El. Anz. S 177. — [49]) Georg Schmidt, ETZ S 309. — [50]) Hans Schäfer, Dingl. Polytechn. J. S 33. — ETZ S 539. — [51]) F. Hendrichs, ETZ S 4. — [52]) Schotte, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 8, S 12. — [53]) A. Hoffmann, ETZ S 182. — [54]) F. Bey u. E. Remmert, ETZ S 206. — [55]) Perlewitz, ETZ S 55. — [56]) E. V. Salzer, El. Anz. S 639, 651. — [57]) K. Schmidt, ETZ S 227. — [58]) C. Beckmann, ETZ S 543. — [59]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 180. — [60]) Gunderloch, ETZ S 192. — [61]) Electr. (Ldn.) Bd 83, S 93. — [62]) Vail, El. World Bd 74, S 187. — [63]) J. Télégr. S 13, 29, 41, 57, 90 u. 176, 102, 123, 147, 165, 194. — [64]) ETZ S 204.

XII. Elektrisches Signalwesen, elektrische Meß- und Registrierapparate und Uhren.

Eisenbahnsignalwesen und Zugdienst. Von Regierungs- und Baurat O. Roudolf, Berlin. — Schiffahrts-, Sicherheits- und Betriebssignale; Anzeige- und Meßapparate für nichtelektrische Größen. Von Ministerialrat Prof. Dr. K. Strecker, Berlin.

Eisenbahnsignalwesen und Zugdienst.

Von Regierungs- und Baurat O. Roudolf.

Unter der Nachwirkung des Weltkrieges und infolge der harten Friedensbedingungen ist der gesamten Industrie des Eisenbahnsicherungswesens eine nicht unbeträchtliche Zurückhaltung aufgezwungen worden. Trotz aller Erschwernisse und Hemmnisse sind einige wichtige Neuerungen auf diesem Gebiete zu verzeichnen.

El. Stellwerkanlagen. Die bei den preußischen Staatsbahnen eingeführten Ergänzungen an Kraftstellwerkanlagen behandelt Schubert[1]). Er gibt an Hand leicht verständlicher Schaltungsübersichten die Richtlinien an, nach denen Weichenantriebe und Signalantriebe gegen Fremdströme zu sichern sind, und wie bei der Herstellung von Kraftstellwerken dafür zu sorgen ist, daß durch keinerlei Störungen ein Gefahrzustand herbeigeführt werden kann. — Möller[2]) beschreibt die bei den el. Stellwerken der AEG eingeführten Neuerungen am Schalterwerk, an den Signalen und an den Antrieben.

Eisenbahnsignale. Die Neuordnung des gesamten Eisenbahnsignalwesens und die Einführung neuer, einheitlicher Signalformen in den Niederlanden bespricht Gaede[3]). Infolge Zusammenschlusses der bisher von verschiedenen Gesellschaften verwalteten Bahnen zu einer Verwaltungs- und Betriebsgemeinschaft war eine Neuordnung unerläßlich.

Martens[4]) veröffentlicht einen Beitrag zur psychologischen Ausbildung der Eisenbahnbeamten und zur Ermittelung der besten Signalformen und der Vorsignalform mit drei Stellungen.

Zur Kennzeichnung der abzweigenden Fahrwege am Vorsignal sind auch im Jahre 1919 neue Vorschläge gemacht worden. Die schon seit vielen Jahren von Signalfachleuten und auch von Lokomotivführern erhobene Forderung nach einer auffälligen Unterscheidung der durchgehenden und der abzweigenden Fahrt am Vorsignal lassen immer wieder erkennen, welche Wichtigkeit dieser Frage beizumessen ist. Rosenfeld[5]) schlägt vor, das vorhandene Doppellichtvorsignal durch zwei hinter der Klappscheibe anzuordnende Flügel zu ergänzen, die bei Warnstellung durch die Klappscheibe verdeckt werden. Bei „Fahrt frei für das durchgehende Gleis" wird ein unter 45° von links unten nach rechts oben gerichteter Flügel, bei „Fahrt frei für ein abzweigendes Gleis" ein rechter Winkel mit nach unten gerichteter Spitze sichtbar. Als Nachtsignal behält er

die bisherigen Signalbilder für die Warnstellung und für die durchgehende Fahrt bei. Für das Nachtsignal „Fahrt frei für ein abzweigendes Gleis" läßt er oben rechts grünes, unten links gelbes Licht erscheinen. — Dannenberg[6]) greift diesen Vorschlag auf und hält das Hervortreten eines Erkennungsflügels am Vorsignal nur bei den abzweigenden Fahrten erforderlich. Diese Ergänzung bedingt aber die Anwendung eines dritten Lichtes.

Sowohl die vorgenannten, als auch die früheren Vorschläge gleicher Art erfordern eine sehr erhebliche weitere Komplikation des schon ohnehin mit vielen beweglichen und empfindlichen Teilen ausgerüsteten Doppellichtvorsignals. Roudolf[7]) sieht daher in der mit einfachsten Mitteln erreichbaren Umbildung seines Ablaufsignals mit parabolischem Flügel und mit Außenbeleuchtung das billigste, einfachste und für den Lokomotivführer auffälligste Unterscheidungsmerkmal für die Kennzeichnung der durchgehenden und abzweigenden Fahrt ohne Anwendung eines dritten Lichtes und besonderer Erkennungsflügel. Roudolf schlägt als Vorsignal einen parabolisch gekrümmten Doppelflügel nach dem Vorbild seines oben erwähnten Ablaufsignales vor, welcher in der Mitte zur auffälligen Unterscheidung ein Paraboloid trägt. Die Beleuchtung des Flügels erfolgt durch eine im Brennpunkt der Parabel davor stehende Lampe. Durch die drei Stellungen des Flügels werden die drei Zeichen: Fahrt, Warnstellung und vorsichtige Fahrt gegeben, ohne komplizierte Flügelzusätze und ohne verschiedenfarbige Lampen.

Einen Rückblick auf die Entwicklung des Eisenbahnsignalwesens veröffentlicht Reuleaux[8]). Er tritt dafür ein, daß die Zahl der Flügel am Hauptsignal nach Möglichkeit zu beschränken und daß die Wegesignale zu vermindern seien. Er bespricht das neue Ablaufsignal von Roudolf und andere wichtige Verbesserungen im Eisenbahnsicherungswesen.

El. Lichtsignale. Reuleaux[9]) berichtet über die bei der Berliner Hoch- und Untergrundbahn gemachten Versuche mit Formsignalen, die aus weißen Lampen bestehen, und über die in Amerika gemachten Erfahrungen mit el. Lichtsignalen auf Vollbahnen mit Dampf- und el. Betrieb.

Lichtsignale für Straßenbahnwagen beschreibt Schaub[10]). Bei einer von der städtischen Straßenbahn in Zürich verwendeten Anlage im Innern der Straßenbahnwagen zum Verkehr zwischen Wagenführer und Schaffner werden folgende Lichtzeichen gegeben. Von den Schaffnern werden je eine am Fahrerstande befindliche rote bzw. grüne Lampe, und zwar die rote vom Motorwagen, die grüne vom Anhänger aus eingeschaltet. Das Aufleuchten einer oder beider Lampen zeigt dem Fahrer an, daß er an der nächsten Haltestelle zu halten hat. Die Weiterfahrt darf erst nach dem Erlöschen beider Lampen erfolgen.

El. Signalbeleuchtung. Die el. Beleuchtung von Signalen bei den schweizerischen Bundesbahnen behandelt Schlosser[11]). Er beschreibt die seit drei Jahren eingeführten Schaltungen, Lampenkontrollanlagen, Kontaktkuppelungen an den Masten und deren Nebeneinrichtungen, sowie die mit dieser Beleuchtungsart erzielten wirtschaftlichen und betrieblichen Vorteile. — Eine neue, als Signalkontrollampe dienende, auf el. Glimmentladung in Neongas beruhende el. Lampe beschreibt Schröter[12]). Die Lampe wird für einen Verbrauch von 1 bis 5 W bei 220 V hergestellt, während gewöhnlich Glühlampen für 120 V und 10 Normalkerzen bis zu 13 W verbrauchen.

Selbsttätige Signalanlagen. Bothe[13]) beschreibt die selbsttätigen Zugdeckungsanlagen der Berliner Hoch- und Untergrundbahn unter eingehender Erläuterung der Stromlieferungsstellen, Gleisstrom-, Block- und Schutzstrecken, des Drosselstoßes, der Fahrsperre und aller sonstigen Nebeneinrichtungen. — Einen Rückblick auf die Entwicklung der selbsttätigen Signalanlagen und deren Werdegang vom Jahre 1841 ab bringt Kohlfürst[14]). In dieser für Signalfachleute wichtigen Abhandlung werden die Erfindungen von Bain, Wright, Fernando Castro, Puntnam, Webster, Miller, Edison, Thomas Hall, Rousseau, Westinghouse, Brown kurz beschrieben, und es wird nach-

gewiesen, daß die selbsttätigen Signalanlagen seit ihrer Einführung in Deutschland weiteren Verbesserungen unterworfen und die früher verwendeten Westinghouseantriebe durchweg durch deutsche el. Antriebe ersetzt worden sind.

Blockanlagen. Ebel[15]) beschreibt die im Bezirk der Eisenbahndirektion Halle verwendeten Vorrichtungen, die eine Bedienung der Blockwerke und Streckenfernsprecher durch Einarmige in leicht zu handhabender Form ermöglichen. — Roudolf[16]) behandelt die bei den Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen eingeführten Ergänzungen der Streckenblockwerke zur Eingrenzung von Blockstörungen.

Edler[17]) zeigt die Entwicklung des Blockplanes aus der Verschlußtafel und dem Schaltplan, um neue Schaltungen der Blockwerke aus den in der Verschlußtafel enthaltenen Betriebsbedingungen ableiten und allgemein bekannte und angewandte Schaltungen auf ihre folgerichtige Entwicklung nachprüfen zu können.

El. Schwachstromeinrichtungen. Bäseler[18]) behandelt die aus der Anwendung von selbsttätigen Achsenzählern sich ergebenden Vorteile. Außer stets zuverlässigen Betriebsmeldungen an die Zugleitungen der Eisenbahndirektionen sowie genauer Anzeigen über die Zugstärken werden bei Abstell- und Rangierbahnhöfen die Zählungen der in die Gleisgruppen ein- und ausrollenden Achsen und somit eine jederzeitige Prüfung der Belastung der Bahnhöfe ermöglicht. Nach den neueren Verbesserungen lassen sich die Achsenzähler für eine und für beide Fahrrichtungen unter Verwendung von einseitig wirkenden Radtastern und Schienendurchbiegungskontakten verwenden.

Den auf den schweizerischen Bundesbahnen eingeführten Achsenzähler von Zauggs beschreibt Kohlfürst[19]). Er behandelt die verschiedenen Schaltungen in Verbindung mit Gleichstrom-Fahrstraßenfestlegefeldern und mit den Blocksignalen, sowie die Vorteile gegenüber den älteren Hippschen Einrichtungen.

Die Bedeutung des Instituts für Schwachstromtechnik an der Techn. Hochschule zu Dresden behandelt Barkhausen[20]). Er untersucht die Aufgaben der Schwachstromtechnik und ihre Entwicklung. — Hummel[21]) beschreibt die Anordnung und die Schaltungen zur Speisung el. Schwachstromanlagen aus Gleichstromnetzen.

Eisenbahn-Fernsprechanlagen. Einen neuen Isolator mit Klemmfutter für Fernsprechanlagen el. Grubenbahnen beschreibt Gunderloch[22]). An Stelle der für el. Fahrdraht-Grubenbahnen vorgeschriebenen Vorrichtungen zum Abschalten des Fahrstromes oder an Stelle besonderer Signalanlagen werden häufig Fernsprechanlagen mit für den Grubenbetrieb geeigneten Apparaten angewendet. Als Fernsprechleitung dient dann in der Regel ein längs der Bahnstrecke isoliert aufgehängter Bronzedraht. Um diesen in gespanntem Zustand zu erhalten, verwendet Gunderloch ein keilförmiges, den Bronzedraht umspannendes Klemmfutter. Diese Isolatoren sind in Oberschlesien erprobt und für gut befunden worden. Neben- und Erdschlüsse sind nicht so leicht möglich, wie bei den Beschädigungen leichter ausgesetzten Porzellanisolatoren.

[1]) Schubert, Z. Eisenb. Sicherungswes. S 1, 9, 17, 25. — [2]) Möller, Mitt. AEG S 117, 131. — [3]) Gaede, Z. Ver. D. Eisenb. Verw. S 1057. — [4]) Martens, Ebenda S 53. — [5]) Rosenfeld, Ebenda S 709. — [6]) Dannenberg, Ebenda S 974. — [7]) Roudolf, Z. Eisenb. Sicherungswes. 1918, S 24 und JB 1918. — [8]) Reuleaux, ETZ S 433. — [9]) Reuleaux, ETZ S 434. — [10]) Schaub, ETZ S 146. — [11]) Schlosser, ETZ S 407. — [12]) Schröter, ETZ S 186. — [13]) Bothe, Z. Eisenb. Sicherungswes. S 1, 9, 17, 25. — [14]) Kohlfürst, Z. D. Eisenb. Verw. S 289. — [15]) Ebel, Z. Eisenb. Sicherungswes. S 6. — [16]) Roudolf, Z. Eisenb. Sicherungswes. S 33. — [17]) Edler, Z. Eisenb. Sicherungswes. S 97, 105, 113, 121. — [18]) Bäseler, Z. Ver. D. Eisenb. Verw. S 9, 21. — [19]) Kohlfürst, El. Kraftbetr. S 225. — [20]) Barkhausen, ETZ S 81. — [21]) Hummel, ETZ S 354. — [22]) Gunderloch, ETZ S 192.

Sicherheits- und Betriebssignale, Anzeige- und Meßapparate für nicht elektrische Größen.

Von Ministerialrat Prof. Dr. K. Strecker.

Temperaturmessung. W. C. Heraeus[1]) stellt Quarzglas-Widerstandsthermometer her, die aus einem in Quarzglas eingeschmolzenen Platindraht bestehen und bis 900° benutzt werden können. Quarzglas und geschmolzener Quarzsand isoliert auch bei hoher Temperatur. Zur Temperaturmessung wird die Wheatstonesche Brücke benutzt. Der durch die Änderung des Platinwiderstandes hervorgebrachte Ausschlag gibt die Temperatur an; die Meßspannung muß also konstant sein; kleine Abweichungen werden mit Hilfe eines Widerstandes ausgeglichen. Hartmann & Braun stellen ein Platinthermometer her, bei dem der Widerstandsdraht je nach der Beschaffenheit des zu untersuchenden Raumes und Betriebes in eine rohrförmige Schutzhülle, in Metallschlauch, in ein Porzellanrohr u. dgl. eingeschlossen oder in einem Metallschutzkorb unter freiem Zutritt der Luft untergebracht wird. Der Ableseapparat ist ein Ohmmeter. Dr. Th. Horn empfiehlt als Ablesegerät für thermoelektrische Pyrometer ein Drehspulengalvanometer. Siemens & Halske stellen ihre Thermoelemente aus unedlen Metallen her, wodurch sie wesentlich billiger werden; für sehr hohe Temperaturen können nur edle Metalle verwendet werden. Mit passend gewählten unedlen Metallen erzeugt man höhere EMKe. Diese und noch andere Apparate werden ausführlich beschrieben. — Eine von Paterson und Dudding 1915 vorgeschlagene Methode zur Messung hoher Temperaturen gründet sich auf die Annahme, daß Körper gleicher hoher Temperatur in derselben Farbe glühen. Mit dem schwarzen Körper wird eine Glühlampe am Lummer-Brodhunschen Photometer verglichen, auf gleiche Färbung eingestellt und ihr Strom gemessen; die Temperatur des schwarzen Körpers wird mit einem Pyrometer von Siemens und einem von Féry ermittelt. Man hat dann die Beziehung zwischen Strom und Temperatur dieser Lampe und kann sie für spätere Temperaturmessungen in derselben Art wie hier den schwarzen Körper benutzen. Boutaric[2]) hält die Methode nicht für einwandfrei. — Wenn zur fortlaufenden Messung der Temperatur in industriellen Werken Thermoelemente und Pyrometer benutzt werden, ist es unerläßlich, für ihre Richtighaltung dauernd zu sorgen. Ein Aufsatz in El. Rev. and Western Electrician[3]) gibt die hierfür nötigen Gesichtspunkte und praktischen Anleitungen ausführlich und genau an. — Gamgee[4]) empfahl zur Messung der Körpertemperatur Thermoelemente, vorzugsweise Kupferkonstantan, deren eine Lötstelle in einem Wasserbad auf 0,01° konstant gehalten wird. Ein Thermoelement zur Messung der Oberflächentemperatur besteht aus 0,1 mm starken Drähten zwischen Platten vulkanisierten Gummis; ein zweites, zur Einführung in den Mastdarm geeignetes ist in einem Katheter angebracht und gleichfalls mit Gummi umhüllt. Zum Registrieren dient ein Drehspulengalvanometer, Lichtstrahl und bewegte photographische Platte (12 mm/mV) oder ein 150 mm langer Zeiger, der von Zeit zu Zeit auf das Registrierblatt niedergedrückt wird. — Andere Forscher ziehen Widerstandsthermometer vor, die so gebaut sind, daß sie ohne merkliche Verzögerung der Höchsttemperatur folgen; ihre Hülle wird aus einem guten Wärmeleiter, Silber, hergestellt; sie haben den Vorteil einfach und für rasche Behandlung geeignet zu sein. Das Thermometer zeigt die Höchsttemperatur 5 min nach der Einführung an.

Für gute Ausnutzung der Brennstoffe in gewerblichen und häuslichen Feuerungsanlagen ist selbsttätige Regelung ein wichtiges Erfordernis. Gwosdz[5]) beschreibt neuere Einrichtungen dieser Art von Hug und Zbinden in Bern, von Steinle und Hartung in Quedlinburg (DRP 290663) und von P. Hilser in Offenbach. Sie haben das Gemeinsame, daß eine drehbare Zunge, je nachdem die konstant zu haltende Temperatur über- oder unterschritten wird, einen von zwei Kontakten berührt und danach die Wärmequelle von dem zu heizenden

Raum abtrennt oder wieder mit ihm verbindet; in der Ausführung dieses auch den meisten anderen Regelungsarten gemeinsamen Grundgedankens sind sie stark verschieden. — Um sich gegen die Gefahr der Selbstentzündung eines großen Kohlenvorrats zu sichern, der 3,5 m hoch eine Fläche von 3000 m^2 bedeckt, setzte Poppe[6]) in den Vorrat 5 Reihen zu 15 eisernen Röhren, in welche elektrische Thermometer eingesenkt werden konnten. 15 solcher Thermometer waren vorhanden und mit dem Meßraum durch ein Kabel verbunden; die Thermometer wurden von Reihe zu Reihe versetzt und die Temperatur gemessen. Bei verdächtiger Erhöhung der Temperatur (über 120° C) wurde die Kohle an der gefährdeten Stelle sogleich entfernt. — Mahlke[7]) berichtet über Fortschritte der Pyrometrie, zunächst über die Bildung der Faraday-Gesellschaft (JB 1917, S 143), dann über andere hier schon erwähnte Einrichtungen (Hirschson, JB 1918, S 158). — Berndt[8]) untersucht das Wannersche und das Férysche Pyrometer, vergleicht beide mit dem Thermoelement und ermittelt die Meßgenauigkeit. — Wenn man die Oberflächentemperatur eines Körpers durch ein auf diese Oberfläche aufgesetztes Thermometer mißt, entsteht immer der Fehler, daß durch das aufgesetzte Thermometer selbst das Strahlungsvermögen und damit die Temperatur der Oberfläche geändert wird. Eine von Hencky[9]) angegebene Anordnung besteht aus einer flachen Scheibe mit Stiel; in die Oberfläche der Scheibe ist das Thermoelement eingelassen und dessen Drähte werden durch den Stiel abgeführt; bis etwa 50° wirklicher Oberflächentemperatur betrug der Meßfehler, der durch Aufsetzen der Scheibe veranlaßt wurde, etwa 0,6 bis 0,9° C. Van Rinsum gleicht den Fehler dadurch aus, daß er das Wärmeabgabevermögen der Sonde durch Vergrößerung ihrer Oberfläche erhöht.

Elektrische Uhren. Zur Übertragung der von Nauen gegebenen funkentelegraphischen Zeitsignale hatten Schorr und Dolberg eine Kontaktuhr angegeben, welche nach Wannach[10]) nicht vollkommen sicher arbeitet. Wannach gibt eine einfachere Kontakteinrichtung dafür an. Ein mit Kontaktzähnen versehenes Rad, das sich in 200 s einmal herumdreht, wirkt auf zwei Kontakte. Der erste Stromstoß gibt ein Sekundenpendel frei, welches die Scheibe dreht; dabei werden die Signalzeichen gegeben. Nach 200 s wird der andere Kontakt geschlossen; der Anker des zugehörigen Elektromagnets gibt nun den Anker des ersten Elektromagnets wieder frei, der gleich danach das Pendel wieder fängt. Das neue Kontaktwerk braucht also nur einen einzigen, über die Leitung kommenden Strom, arbeitet im übrigen im Ortskreis, während die Einrichtung von Schorr und Dolberg alle Stromstöße über die Leitung schickt. Die beiden zuletzt Genannten bestreiten die von Wannach gerügten Mängel. — Abraham und Bloch[11]) benutzen die gleiche Anordnung zur Unterhaltung der Bewegung eines Uhrpendels und einer Stimmgabel.

Fernmeß- und Anzeigeapparate. Ein leicht herzustellendes Anemometer[12]) besteht aus einem Wheatstoneschen Viereck, von dem zwei Seiten aus Widerständen mit hohem, die anderen beiden mit geringem Temperaturkoeffizienten bestehen. Die Widerstände werden durch einen starken Strom zu dunkler Rotglut erhitzt. Einer der stark veränderlichen Widerstände wird dem zu messenden Winde ausgesetzt und kühlt sich hierdurch entsprechend der Windgeschwindigkeit ab; diese läßt sich aus der Ablenkung des Galvanometers bestimmen. — Das Mooresche[13]) Anemometer dreht eine kleine Magnetmaschine, deren Spannung gemessen wird. Die Abhängigkeit der Dreh- von der Windgeschwindigkeit wird durch die Gestaltung der Skala berücksichtigt. — Der Apparat zur Messung der Menge Luft oder Gas, die durch eine Röhre strömt, der von Thomas[14]) angegeben worden ist und von Julius Pintsch, A.-G., gebaut wird, benutzt die Temperaturerhöhung, die das zu messende Gas erfährt, wenn ihm eine bestimmte Wärmemenge zugeführt wird. Der Apparat ermittelt das Gewicht der strömenden Gasmenge unabhängig von Druck und Temperatur. Der Meßapparat besteht aus einem in die Rohrleitung einzuschaltenden Rohrstück; das Gas tritt durch einen Temperatur-Meßwiderstand ein, wird dann durch einen el. Heizkörper erwärmt und verläßt über einen zweiten Meßwider-

stand das Meßrohr. Die beiden Meßwiderstände bilden zwei Seiten eines Wheatstoneschen Vierecks; die Meßeinrichtung regelt selbsttätig die Wärmezufuhr so, daß immer derselbe Temperaturunterschied hergestellt wird. Zugleich wird durch einen el. Leistungsmesser die durchströmende Gasmenge angezeigt und durch einen Elektrizitätszähler die gesamte Menge angegeben.

Das Katharometer von Shakespear[15]) dient zur Gasuntersuchung und erlaubt, die Zusammensetzung eines Gemisches zweier bestimmter Gase zu ermitteln. Zwei gleiche Platinspiralen sind in Bohrungen eines Kupferblockes untergebracht und bilden die gegenüberliegenden Zweige eines Wheatstoneschen Vierecks. Die Bohrungen werden mit den zu vergleichenden Gasen gefüllt, z. B. die eine mit reinem Wasserstoff, die andere mit der zu untersuchenden Mischung von Wasserstoff und Luft. Schickt man einen ausreichend starken Strom durch beide Spiralen, so werden beide erhitzt und verlieren Wärme durch Überleitung durch das Gas, und zwar verschieden nach dessen Zusammensetzung. Der Apparat wird mit Gasmischungen bekannter Zusammensetzung geeicht; am Galvanometer liest man unmittelbar die Verunreinigung in Prozenten ab. Um mit diesem Apparat Gewebe für Luftfahrzeuge auf Dichtigkeit zu untersuchen, stellt man aus einem Stück solchen Gewebes die trennende Wand zweier Kammern her, deren eine Luft, deren andere Wasserstoff enthält, und bestimmt mit dem Katharometer, in welchem Maße die Luft der einen Kammer durch Wasserstoff verunreinigt wird. Auch zur Bestimmung der Luftfeuchtigkeit kann das Katharometer dienen.

Um in einem weitläufigen Gebäude eine bestimmte Person aufzufinden, benutzt die Sterling Telephone and El. Co.[16]) ein Glockensignal in Verbindung mit bunten Lampen. Jeder von den u. U. aufzusuchenden Personen ist ein Farbenzeichen zugeteilt; hört sie das Glockensignal, so erkennt sie an den aufleuchtenden Lampen, ob es ihr gilt oder nicht.

Schießler[17]) will zur Bestimmung einer Entfernung auf See den Unterschied benutzen zwischen der Fortpflanzung eines Schalles durch das Wasser und der elektrischer Wellen. El. Anz. bringt die Patentbeschreibung; der Apparat scheint noch nicht ausgeführt und erprobt zu sein.

Der von Wilhelm Morell[18]) gebaute Umdrehungsfernzeiger besteht in einer kleinen, mit der zu untersuchenden Achse gekuppelten Magnetmaschine und einem Drehspulengalvanometer, welches die von der Maschine erzeugte Spannung anzeigt. Damit diese der Drehgeschwindigkeit proportional sei, wird ein Meßinstrument benutzt, das nur 25 mA für den größten Ausschlag braucht; dieser Strom erzeugt noch keine merkbare Ankerrückwirkung. Das Galvanometer zeigt auch die Drehrichtung an. Auch zur Registrierung wird das Instrument eingerichtet. — Um die Drehung der Zeigerachse eines Druckmessers auf ein fernstehendes Anzeigeinstrument zu übertragen, setzen Hartmann und Braun[19]) auf die Zeigerachse einen in Form einer Walze von geringem Durchmesser gebauten und stark unterteilten Widerstand, auf dem eine Bürste gleitet. Die Drehung der Zeigerachse wird hierdurch in eine Widerstandsänderung verwandelt und diese mit Hilfe eines direkt zeigenden Ohmmeters ermittelt; man liest den herrschenden Druck am Instrument ab. Der Apparat wird auch als Registrierinstrument ausgeführt. An ein Anzeige- oder Registrierinstrument kann man mehrere (bis 6) Meßstellen anschließen.

Ein Wasserstandsmelder von S. & H.[20]) hat einen Schwimmer aus Kupferblech, der an einer Kette hängt. Diese geht über zwei Kolben und wird durch ein Gewicht gespannt. Eine der Rollen überträgt ihre Drehung auf ein Kontaktwerk, das hierbei Stromstöße in die Leitung sendet. Auf der Kette sind Klemmen befestigt, die dem höchsten und tiefsten Wasserstand entsprechen und einen Hebel umlegen, der ein Weckersignal auslöst. Der Empfänger besteht aus zwei unter 120^0 gegeneinander geneigten Elektromagneten, die ihren gemeinsamen Anker drehen; die Drehung wird auf einen Zeiger übertragen.

Prüfverfahren. Die neueren gasfreien Röntgenröhren, welche Strahlen von außerordentlich hoher Durchdringungskraft erzeugen, erlauben die früheren

Versuche der Metallprüfung mit besserem Erfolge wieder aufzunehmen. Es ist gelungen, in Stahlplatten von 30 mm Stärke Gasblasen nachzuweisen. Ruß[21]) beschreibt die Anlage von Reiniger, Gebbert und Schall in München und der Veifa-Werke in Frankfurt a. M. und gibt Kostenberechnungen für die Anlage und den Betrieb. Schließlich werden noch Versuche und Erfahrungen der Amerikaner mitgeteilt.

R. S. Whipple[22]) beschreibt den Elektrokardiographen in der von Duddell 1905 entworfenen Ausführung. Der versilberte Quarzfaden des Einthovenschen Saitengalvanometers wird mit dem Körper des zu Untersuchenden (die Hände und das linke Bein mit nicht polarisierbaren Elektroden verbunden) in Reihe geschaltet. Das Feld des Elektromagnets beträgt 19000 Gauß; die Wicklung wird für 10 und 20 V und für 100 und 220 V hergestellt. Mit Hilfe einer Bogenlampe und einer mikroskopischen Vorrichtung wird von der Saite ein 600fach vergrößertes Bild entworfen, das durch eine Zylinderlinse in einen Punkt verwandelt und von einer bewegten photographischen Platte aufgenommen wird. Auf der Zylinderlinse ist eine Teilung angebracht, welche auf der photographischen Platte parallele Linien erscheinen läßt und zur Strommessung dient. Im Gang der Strahlen dreht sich eine Scheibe, welche in bestimmten Zeitabständen das Licht abblendet und so im Bild Zeitmarken hervorbringt. Große Schwierigkeiten bietet die gleichmäßige Bewegung der photographischen Platte, die von wenigen Millimetern bis zu 10 m/s gebraucht wird; Whipple beschreibt kurz die vorgeschlagenen Methoden.

Alarmeinrichtungen. Während des Krieges wurde es nötig, die Stadt Diedenhofen und ihre Umgebung, insbesondere die großen Eisenhüttenwerke, gegen Fliegerangriffe zu sichern; die beste Sicherung gegen nächtliche Angriffe bestand darin, die ganze Beleuchtung in dem bedrohten Gebiete rasch auszuschalten, wodurch den Fliegern die Möglichkeit, sich zurechtzufinden, genommen wurde. Die Anlage umfaßte nach Wiligut[23]) die Hauptzentrale, 4 Unterzentralen und 71 Sirenen, die durch ein Leitungsnetz von 400 km Leitungslänge verbunden waren. Die Sirene besteht aus einem Elektromotor für etwa 1 kW, der mittels Zahnradvorgeleges das Sirenenrad antreibt; der Ton entspricht 420 Schw. i. d. S. Zur Einschaltung jeder Sirene dienten mehrere Relais, die auf einer Schalttafel vereinigt waren. Damit die Einschaltung auch bei Wechselstrom geringer Frequenz sicher wirke, war sie auf Stromunterbrechung in einem Zwischenkreis gegründet. Bis zu 6 Relais-Einschalttafeln lagen in einem Stromkreis (Schleife); je 5 Stromkreise gingen von der Haupt- oder einer Unterzentrale aus. Jede Schleife enthielt eine Batterie in Ruhestromschaltung mit den üblichen Sicherungen gegen Leitungsfehler. Zur Alarmierung wurde Wechselstrom über Transformatoren in die Schleifen gesandt, wodurch die Sirenen eingeschaltet wurden. Durch eine Taste konnte man verschiedene Signale geben. Die Anlage hat zwar die Angriffe nicht völlig verhindern können, hat aber im übrigen die auf sie gesetzten Erwartungen durchaus erfüllt.

Kurt Schmidt[24]) beschreibt Einrichtungen von S & H zur Sicherung von Kassenschränken und Räumen gegen Einbrecher und Diebe. Ein Sicherheitskontakt besteht aus einem drehbaren Arm, der vor die zu sichernde Tür gelegt wird; er trägt an der die Tür berührenden Spitze einen empfindlichen Kontakt, der einen Wecker auslöst. Die Lauschanlage besteht aus einer Anzahl sehr empfindlicher Mikrophone, die in dem zu schützenden Raum untergebracht sind. Eine Türverriegelungsanlage hat die Aufgabe, die während der Geschäftsstunden geöffneten Türen rasch zu schließen und geschlossen zu halten. Die Türen werden im geöffneten Zustand festgehalten; beim Druck auf einen Knopf wird die Festhaltung gelöst und die Türen durch Federkraft geschlossen. Dieselben Apparate beschreibt C. O. Friedrich. — Um eine beliebige Haustelegraphenanlage zur Alarmgebung einzurichten, benutzt die Firma El. Signal- und Kraftanlage Walter Blut[25]) die bekannte Schmelzsicherung für schwache Ströme, in der eine Hitzdrahtwicklung eine Lötstelle erweicht; die Spannfeder, welche die Lötstelle trennt, schließt den Alarmkontakt. Der Alarm wird dadurch

in Tätigkeit gesetzt, daß man längere Zeit (etwa ½ min lang) auf einen Knopf drückt oder mit besonderem Schalter einen dauernden Kontakt herstellt. Der dauernde Klingelstrom reicht aus, die Lötstelle zu erweichen.

Stromquellen. Die großen Batterien elektrischer Läutewerke, die eine größere Zahl Glocken umfassen (z. B. bei Schulen, Fabrikanlagen usw.), können nach Hummel[26]) durch Umformer ersetzt werden, deren Niederspannungsseiten dauernd mit den parallel geschalteten Glocken verbunden sind, während die Oberspannungswicklung vom Schaltrad einer Uhr zur vorgeschriebenen Zeit zweckmäßig über ein Quecksilberrelais auf das Starkstromnetz geschaltet wird.

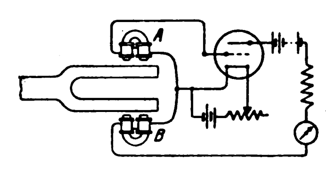


Abb. 3. Elektromagnetische Stimmgabel.

Eine Stimmgabel kann man nach W. H. Eccles und F. W. Jordan[27]) dadurch dauernd in Schwingungen erhalten, daß man ihren beiden Schenkeln nach Abb. 3 Elektromagnete gegenüberstellt, von denen der eine im Gitter-, der andere im Anodenkreis einer Verstärkerröhre liegt. Die durch die Bewegung des einen Schenkels in A erzeugte EMK verstärkt den Strom in B, der bei richtiger Schaltung die Bewegung des zweiten Schenkels verstärkt. Man kann statt der mechanischen Rückkopplung auch die induktive anwenden, indem man von jedem Magnet eine Wicklung in den Gitter-, die andere in den Anodenkreis legt. Der Apparat wurde gebaut, um Spannungen und Ströme von konstanter Frequenz und Amplitude zu erzeugen.

1) B. Schapira, Helios Fachz. S 297, 306. — 2) M. Boutaric, Rev. Gén. El. Bd 5, S 210. — 3) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 668. — 4) R. S. Whipple, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 375. — El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 392. — 5) Gwosdz, El. Anz. S 135, 145. — 6) Th. W. Poppe, El. World Bd 72, S 740. — 7) A. Mahlke, Stahl u. Eisen S 752. — 8) G. Berndt, Dingl. S 269. — 9) Jl. Gas Wasser S 372. — 10) H. Wannach, Z. Instrk. S 27. — Schorr u. Dolberg S 157. — 11) H. Abraham u. E. Bloch, Rev. Gén. El. Bd 6, S 43. — 12) Rev. Gén. El. Bd 5, S 428. — 13) Moore, El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 492. — 14) Thomas, Helios Fachz. S 69. — El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 307. — 15) Shakespear, El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 59. — 16) Sterling Teleph. and El. Co., Electr. (Ldn.) Bd 82, S 711. — 17) Schießler, El. Anz. S 574, 578. — 18) Helios Fachz. S 218. — 19) O. Hauser, Helios Fachz. S 25. — 20) Helios Exportz. S 1875. — 21) E. Fr. Rüß, Helios Fachz. S 33. — 22) R. S. Whipple, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 372. — El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 360. — 23) J. Wiligut, ETZ S 489. — 24) K. Schmidt, Helios Fachz. 1919, S 305. — C. O. Friedrich, Dingl. Bd 334, S 209. — 25) W. Blut, ETZ S 157. — 26) H. Hummel, ETZ S 353, 569. — 27) W. H. Eccles u. F. W. Jordan, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 704.

D. Messungen und wissenschaftliche Untersuchungen.

XIII. Elektrische Meßkunde.

Einheiten, Normalmaße. Von Dr.-Ing. Georg Keinath, Charlottenburg. — Elektrische Meßinstrumente für Strom, Spannung, Leistung, Phase und Frequenz. Von Dr.-Ing. Georg Keinath, Charlottenburg. — Messung des Verbrauchs. Elektrizitätszähler. Von Dr.-Ing. J. A. Möllinger, Nürnberg. — Elektrische Messungen und Meßverfahren, Hilfsmittel für Messungen. Von Dr.-Ing. Georg Keinath, Charlottenburg.

Einheiten, Normalmaße.

Von Dr.-Ing. Georg Keinath.

Schering[1]) hat weitere Verbesserungen an den bei der P. T. R. für Stromwandlermessungen benutzten Wechselstromwiderständen durchgeführt. Ein derartiger Widerstand für 100 A und 2 V Spannungsabfall bestand aus einem bifilar gefalteten Manganinblechstreifen, der von wassergekühlten Kupferschienen zusammengepreßt wurde. Der Phasenfehler betrug nur 0,5′ bei 50 Per/s.

An einer Anzahl von Normalwiderständen der Normaleichungskommission in Wien hat Conrad[2]) Vergleichsmessungen angestellt, um die Änderungen im Laufe der letzten 5 Jahre zu ermitteln. Die Messungen erfolgten in der Thomsonbrücke mit Benutzung von Verzweigungswiderständen nach der Methode der gleichzeitigen Interpolation der Verzweigungs- und Überbrückungswiderstände. Der Gang dieser Messungen wird genau beschrieben und die Beobachtungen in Form von Tabellen mitgeteilt. Mit Ausnahme der Starkstromwiderstände sind sämtliche Widerstände praktisch konstant geblieben.

[1]) Schering, Z. Instrk. S 140. — [2]) H. Conrad, El. Masch.-Bau S 522.

Elektrische Meßinstrumente für Strom, Spannung, Leistung, Phase und Frequenz.

Von Dr.-Ing. Georg Keinath.

Galvanometer. Germani[1]) erläutert die graphische Bestimmung der ballistischen Konstanten eines Drehspulengalvanometers als Funktion des Widerstandes im Schließungskreis und die Ermittelung des günstigsten Widerstandes bei der Messung von Entladungen. — An Hand des brit. Patentes Nr. 108649/1917 gibt Rymer-Jones[2]) Anweisungen zur Aufstellung von Drehspulen-Spiegelgalvanometern auf Schiffen oder sonstigen Fahrzeugen.

Über Schreibgalvanometer mit hoher Empfindlichkeit berichten Abraham und Bloch[3]). Die Apparate bestanden nach Art der polarisierten Relais aus einem

Stahlmagnete, der eine in Spitzen gelagerte Nadel aus weichem Eisen magnetisierte, und einer Wicklung auf den Polschuhen des Magnets. Die Apparate wurden als Rußschreiber für Heereszwecke gebaut. Ihre Empfindlichkeit übertrifft die der Drehspulensysteme. Bei 500 Ohm und einer Eigenfrequenz von 100 Per/s betrug die Ablenkung der Schreibspitze 1 mm/mA, bei einer empfindlicheren Art mit mehreren tausend Ohm wurde ein Ausschlag von 5 bis 10 mm/mA erreicht.

Vibrationsgalvanometer. Anknüpfend an die Zöllichsche Arbeit[4]) bringt Gruhn[5]) eine Erweiterung der Theorie des Vibrationsgalvanometers durch die Berechnung des Resonanzmaximums. — Das bereits im JB 1917 und 1918 erwähnte Vibrationsgalvanometer mit elektromagnetischer Abstimmung wurde von Schering und Schmidt[6]) für Frequenzen bis zu 1000 Per/s weiter durchgebildet.

Elektrostatische Instrumente. Imhof[7]) gibt eine Theorie des statischen Voltmeters mit Vorschaltkondensator. Durch die unvollkommene Isolation des Instrumentes und der Vorschaltkondensatoren sind die Angaben solcher Apparate von der Frequenz in ziemlich hohem Grade abhängig. Es wird eine Formel aufgestellt für die Spannungsverteilung zwischen Instrument und Vorschaltkondensatoren, wenn die Kapazität und die Isolationswiderstände bekannt sind. Instrumente dieser Art werden für Spannungen bis zu 45 kV von Trüb-Täuber in Zürich hergestellt; die Isolation dieser Instrumente ist infolge Verwendung von Micarta-Rohren eine so hohe, daß die Angaben auch bei feuchter Luft nicht verändert werden.

Präzisionswattmeter für große Stromstärken beschreibt Moore[8]). Die Feldspule besteht aus einem Toroid, dessen einzelne Windungen aufgeschnitten und parallel geschaltet sind. Das Spannungssystem ist astatisch und innerhalb der Stromspule angeordnet. Der Fehlwinkel der letzteren beträgt weniger als 1 min. Ein ganz ähnliches Wattmeter ist von Agnew[9]) gebaut worden mit dem Unterschied, daß an Stelle der Drähte ein Rohr verwendet ist.

Leistungsfaktormesser. Die Theorie der Leistungsfaktormesser wird von Stubbings[10]) in einem kurzen Aufsatz wiederholt.

Frequenzmesser. Für den bereits im JB 1917 erwähnten Zeigerfrequenzmesser beschreibt Keinath[11]) eine Ausführung für 10000 Per/s, gleichfalls mit eisengeschlossenem dynamometrischem System. Mit dieser Frequenz ist die Grenze der Ausführbarkeit in der ursprünglichen Anordnung und Schaltung erreicht.

Um eine höhere Meßgenauigkeit zu erreichen, als es mit den technischen Zungenfrequenzmessern möglich ist, benutzen Schering und Engelhardt[12]) eine Stimmgabel in Verbindung mit einer Induktionsspule als Wechselstromerzeuger, schicken diesen Strom auf ein Vibrationsgalvanometer, das genau auf die Stimmgabelfrequenz abgestimmt ist und leiten in das gleiche Vibrationsgalvanometer den Wechselstrom, dessen Frequenz gemessen werden soll. Dadurch entstehen Schwebungen, aus deren Dauer die gesuchte Frequenz berechnet wird.

Frequenzregelung mit Synchronmotor und Normaluhr. Warren[13]) beschreibt eine in Amerika getroffene Einrichtung. Es wird ein sehr kleiner, selbstanlaufender Synchronmotor an das Netz angeschlossen und mit einer Normaluhr so kombiniert, daß zwei Zeiger mit demselben Drehpunkt vorhanden sind, von denen der eine, von der Normaluhr angetriebene, immer in genau 5 min einmal umläuft, während der andere nur bei genauer Innehaltung der Normalfrequenz in der gleichen Zeit umläuft. Es wird nun von Hand die Drehzahl der Generatoren so geregelt, daß die Zeiger, einmal zur Deckung gebracht, immer beieinander bleiben. An beliebiger Stelle des Kraftnetzes können dann kleine Synchronmotoren mit Zeigerwerk als Nebenuhren angeschlossen werden; diese geben die Zeit ebenso genau wie die erwähnte Pendel-Normaluhr.

Registrierapparat. Ein tragbarer Vierfach-Funkenregistrierapparat ist in der elektrotechnischen Abteilung der Universität Minnesota gebaut worden.

Springer[14]) gibt darüber Einzelheiten. Der Antrieb des Papiers und des Funkenverteilers erfolgt durch ein Phonographenwerk. Die Meßwerke sind in der Ablaufrichtung des Streifens hintereinander angeordnet, der Funkenüberschlag erfolgt aber für alle Systeme gleichzeitig nur an einer einzigen Stelle, zu welcher der Funke durch Rechen und Drähte geleitet wird. — Wo die Reibung der Rußschreiber noch stört, kann eine von Lumière[15]) angegebene Methode zur Registrierung mit Hilfe eines Gasstromes Anwendung finden. Der hohle Zeiger läßt unter dem geringen Druck von nur einigen Millimetern Wassersäule einen Gasstrom auf ein entsprechend präpariertes Papier treten. Ursprünglich wurde Schwefelwasserstoff und ein mit Bleiazetat getränktes Papier verwendet, später Ammoniak und Quecksilbernitrat. Die Methode eignet sich für die Registrierung von Kabeltelegrammen.

Kurvenanalyse. Slaby[16]) schließt an die in der ETZ 1917, S 49, erschienene Arbeit von Hartenheim an. Es wird eine neue Beziehung zwischen dem Effektivwert einer Wechselstromkurve und der Größe der Amplituden der einzelnen Teilwellen abgeleitet und gezeigt, daß man dieses Verfahren dadurch wesentlich vereinfachen kann, daß man die Kurve auf Polar-, Kreis- oder Wellenlinienkoordinaten umzeichnet, wodurch das Abtragen einer besonderen Sinus- oder Kosinuslinie fortfällt. — Puget[17]) gibt ein einfaches, schnell auszuführendes Näherungsverfahren zur Bestimmung der Einzelwellen einer periodischen Kurve und auch eine Lösung für den Spezialfall, daß die Zahl und die Ordnung der vorhandenen Oberwellen bekannt ist. — Um diejenigen Harmonischen zu ermitteln, welche Telephonstörungen veranlassen, hat Iddings[18]) einen Apparat angegeben, der aus einer Prüfspule und einem damit in Reihe geschalteten Telephon besteht, das mit einer Art verstellbarer Orgelpfeife verbunden ist. Die Länge der Pfeife wird geändert, bis die Lautstärke einen Höchstwert annimmt und aus der Kolbenstellung die Ordnung der Harmonischen ermittelt.

1) D. Germani, Rev. Gén. El. Bd 6, S 99. — 2) J. Rymer-Jones, El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 492. — 3) H. Abraham u. E. Bloch, Rev. Gén. El. Bd 6, S 259. — 4) Zöllich, Arch. El. Bd 3, S 369. — 5) K. Gruhn, Arch. El. Bd 8, S 210. — 6) Schering u. Schmidt, Z. Instrk. S 140. — 7) A. Imhof, Bull. Schweiz. EV S 47, 182. — 8) H. E. Moore, ETZ S 287. — 9) Agnew, Bull. Bur. Stand. Bd 8, S 651. — 10) G. W. Stubbings, El. Rev. (Ldn.) Bd 84 S 435. — 11) Gg. Keinath, Helios Fachz. S 73. — 12) Schering u. Engelhardt, Z. Instrk. S 139. — 13) H. E. Warren, El. Rev. (Ldn.) Bd 83, S 641. — 14) F. W. Springer, El. World Bd 72, S 1129. — 15) L. Lumière, Rev. Gén. El. Bd 5, S 334. — 16) R. Slaby, ETZ S 535, 551. — 17) L. Puget, Rev. Gén. El. Bd 5, S 439, 510. — 18) F. T. Iddings, El. World Bd 73, S 525.

Messung des Verbrauchs. Elektrizitätszähler.

Von Dr.-Ing. J. A. Möllinger.

Messungen, Theorie, Eichvorschriften. Möllinger und Gewecke hatten ein Diagramm des Stromwandlers angegeben (einfache Darstellung siehe Möllinger, »Wirkungsweise der Motorzähler und Meßwandler«, S 164), aus dem man den Übersetzungsfehler Δ_u und den Fehlwinkel δ für beliebige Belastung ablesen kann. Bekannt müssen sein die Komponenten I_w und I_m des Leerlaufstromes I_0, der Ohmsche Widerstand R_2 und der Blindwiderstand X_2 der Streuung der sekundären Wicklung und das Verhältnis der Windungszahlen. Schering[1]) gibt dem Diagramm eine etwas andere Form und trägt behufs Vereinfachung der Ablesung I_w und I_m auf Schablonen auf, von denen allerdings jede nur für einen bestimmten Sekundärstrom dient. Durch Probieren kann man mittels dieser Schablonen, wenn für eine bestimmte Last Δ_u und δ gemessen ist, X_2 und die Windungsabweichung — beides Größen, die man bei einem fertig vorliegenden Wandler nicht ohne weiteres bestimmen kann — ermitteln. Die dann

aus dem Diagramm abgelesenen Werte stimmen gut mit den beobachteten überein; ersteres stellt also das Verhalten des Wandlers für alle Belastungen gut dar. Die Versuche wurden an zwei ganz verschieden gearteten Wandlern durchgeführt. Es zeigte sich, daß die sekundäre Streuinduktivität bei Wandlern für große Stromstärken merklich kleiner als die Hälfte, bei solchen für kleine Stromstärken ungefähr gleich der Hälfte der Gesamtstreuinduktivität ist. Diese sowie I_w und I_m werden mittels Brückenschaltungen bestimmt[2]) (s. a. S. 182/3).

Anstatt das vorstehend erwähnte durchsichtige Diagramm zu benutzen, um beim Entwurf von Stromwandlern deren Eigenschaften zu bestimmen, verwendet E. Wirz[3]) verwickelte und undurchsichtige Formeln. Daß trotz oder vielmehr gerade wegen der komplizierten Formeln der Sachverhalt nicht klargestellt worden ist, sieht man daraus, daß sich am Schlusse ergibt, beim Stromwandler sei hohe sekundäre Streuung nützlich. Dies ist aber nicht der Fall; denn unter sonst gleichen Umständen ist bei hoher Streuung die EMK, die Induktion und daher der Leerlaufstrom höher, der Wandler also schlechter.

Die gesetzlichen Beschränkungen in der Verwendung von Sparmetallen beim Bau von Elektrizitätszählern und Meßwandlern in Deutschland wurden aufgehoben[4]). Bei Anlagen unter 100 kW wird empfohlen, den Verbrauch nicht hochspannungsseitig, sondern niederspannungsseitig zu messen und den Verlust in den Transformatoren hinzuzurechnen.

In dem Auszug aus dem Bericht[5]) eines amerikanischen Zählerkomitees werden die verschiedenen Kompensationsmethoden zur Prüfung von Meßwandlern (Zusammenstellung einer Anzahl solcher siehe Möllinger, »Wirkungsweise der Motorzähler und Meßwandler«, S 173, und Gewecke, El. Kraftbetr. 1914, H 8) kurz besprochen und Angaben über die Einwirkung von Überlastung und von Gleichstrommagnetisierung auf verschiedene Stromwandler gemacht. Änderungen, die an Stromwandlern, die längere Zeit im Betriebe waren, beobachtet wurden, waren im allgemeinen gering. Stromwandler mit legiertem Blech hielten sich besser als solche aus gewöhnlichem. — Da bekanntlich die Sicherungen der Spannungstransformatoren leicht durchgehen und dann bei Drehstromzählern Fehlmessungen auftreten, sieht man vielfach von der Verwendung solcher ab, besonders bei niedrigen Spannungen. — Zur Ausbildung von — auch weiblichem — Personal für die Zählerprüfung werden sowohl von den Gesellschaften wie von den Lehranstalten Kurse veranstaltet.

Rowledge[6]) untersucht die Einwirkung von Stromstößen auf den Aronschen Pendelzähler und kommt zu dem Resultat, daß diese im allgemeinen die Genauigkeit nicht beeinträchtigen, wenn sie nicht gerade in Resonanz mit den Periodenschwankungen auftreten (s. hierzu auch Orlich El. Masch.-Bau 1909, S 801 und Robertson ETZ 1913, S 1380). — Turner[7]) vergleicht englische und deutsche Wechselstromzähler miteinander. Von den deutschen werden veraltete Formen herangezogen. Außerdem enthält der Aufsatz viele Unrichtigkeiten. Er hat den Zweck, beim Wiedererwachen der Konkurrenz auf dem Weltmarkt das deutsche Fabrikat herabzusetzen. — G. W. Stubbings[8]) entwickelt eine Theorie der Magnetmotorzähler. Beim ungebremsten Zähler ist darnach der durch Reibung verursachte Fehler proportional der Reibung und umgekehrt proportional der Induktion des Stahlmagnets. Bei dem gebremsten Zähler ergibt sich für diesen Fehler derselbe Ausdruck wie bei dem ungebremsten, jedoch muß sich bei ersterem eine Änderung des Ankerkreiswiderstandes (Erhöhung des Übergangswiderstandes) mehr bemerkbar machen, da dieser nicht nur in das Fehlerglied, sondern auch in den Proportionalitätsfaktor eingeht. Die Temperaturfehler sind gering. Ferner findet Stubbings, daß der Magnetmotorzähler trotz der Selbstinduktion von Anker und Nebenschluß auch bei Belastungsstößen richtig zeigt (?).

Konstruktionen. Bei dem Magnetmotorzähler ECp der AEG[9]) sind bekanntlich die Bürsten durch den Strom beweglich und der Kollektorschlitz ist gekrümmt

zu dem Zweck, den Kollektor blank zu erhalten und die Differenz zwischen hoher und kleiner Last zu verringern.

J. Schmidt[10]) beschreibt den AEG-Wattstundenzähler für Gleichstrom LRc und die Einrichtungen für Doppeltarif-, Spitzen- und Maximumzähler (viele Abbildungen, elektrische Daten). Beim LRc-Zähler wird ebenfalls eine Bürstenschaukel verwendet, jedoch ist der Kollektorschlitz durchweg geradlinig. Die Bürstenschaukel hat lediglich den Zweck, die Bürsten bei hoher Belastung an einer anderen Stelle schleifen zu lassen als bei niedriger. Der LRc-Zähler wird für Stromstärken über 200 A mit Nebenschluß geliefert.

Systembeschreibungen erschienen von folgenden Apparaten: AEG-Spannungswandler[11]) WOT (Kernform in Öl) von 550 bis 12100 V, Frequenz 40 bis 60 Per/s, 30 VA. Stromwandler BPL und BPF (Kernform) von 5 bis 750 A; bis 4400 V luftisoliert (BPL), darüber bis 13000 V masseisoliert, Frequenz 40 bis 60 Per/s, 15 VA; Körting & Mathiesen: Drehstromzähler[12]). (Dreischenkliges Spannungs-, fünfschenkliges Stromeisen).

Richardson[13]) empfiehlt die Verwendung von Maximumzeigern behufs gerechter Tarifierung und beschreibt Konstruktionen der Gen. El. Co. Bei der Form RO ist außer der gewöhnlichen Triebscheibe, welche das Zählwerk antreibt, noch eine zweite Scheibe im Luftraum angeordnet, welche unter Spannung einer Feder den Maximumzeiger vorschiebt. Ihre Bewegung ist (wie bei einer Uhr) verzögert durch eine Hemmung, deren Anker durch die Umdrehungen der Zählerscheibe gesteuert wird. Die Zeit, in welcher der Maximumzeiger seine Endstellung erreicht, ist dabei unabhängig von der Belastung, denn z. B. bei doppelter Last ist sein Weg, aber auch die Geschwindigkeit der Zählerscheibe und daher die der Ankerhemmung die doppelte. Bei der Form M 4 macht z. B. der Zähler bei Nennlast in 30 min 80mal Kontakt, wodurch jedesmal mittels Relais ein Element, welches den Maximumzeiger vorschiebt, um einen Teilstrich bewegt wird, nach 30 min wird durch eine Uhr das Element wieder auf Null gebracht. Der Maximumzeiger ist hierbei von dem Zähler getrennt angeordnet. Nach diesem Prinzip wird auch ein Maximumzeiger mit Schreibvorrichtung (ein Stift ritzt mit Wachs bezogene Pappescheibe) gebaut, bei welchem der Weg des Elementes aufgezeichnet wird (Form G). Form RA besitzt die bekannte Einrichtung der Maximumzeiger (JB 1917, S 154, 1) und es werden die Wege des Mitnehmers auf einer Papierrolle aufgezeichnet. Bei dem Printometer der G. E. C. wird das Zählwerk, dessen Zahlen gedruckt werden, mittels Kontakt vom Zähler aus bewegt. Der Verbrauch und die zugehörige Zeit werden nebeneinander gedruckt (s. auch JB 1917, S 154/2).

Über die Störungen an Maximumzählern der Westinghouse Co. und GEC berichtet C. F. Mathes[14]).

Tarife und Tarifapparate. Über die Frage der Verrechnung des phasenverschobenen Stromes fand eine Aussprache im Elektrotechnischen Verein statt[15]). Wird der Strom I_1 (Effektivwert) während t_1 Stunden bei der Verschiebung φ_1, der Strom J_2 während t_2 bei φ_2 usw. bei konstanter Spannung E (Effektivwert) entnommen, so heißt $E\,(J_1 \sin\varphi_1\, t_1 + J_2 \sin\varphi_2\, t_2 +)$ der »Blindverbrauch« (Einheit Blind-kWh), die Zähler heißen entsprechend Blindverbrauchszähler. Solche sind, da ihre Angaben auf gesetzlichen Einheiten beruhen, gesetzlich zulässig. Die Reichsanstalt hat auch deren Beglaubigung ins Auge gefaßt. Analog den Wirkverbrauchszählern wäre der zulässige Fehler

$$F = a_1 + a_2 \frac{P_N}{B} + a_3 \operatorname{ctg} \varphi\ \%,$$

wo P_N die Nennlast, B die jeweilige Blindleistung, a_1, a_2, a_3 Faktoren mit für Verkehr und Beglaubigung verschiedenen Werten sind.

Ein Werk sei bei gleichem (konstantem) Strom I einmal belastet mit dem konstanten Leistungsfaktor $\cos\mu$ (Solleistungsfaktor) und ein anderes Mal mit dem ebenfalls konstanten $\cos\varphi$ und demselben Strom I. Der Verkaufs-

preis z der kWh für die erste Belastungsart ($\cos \mu$) ist so bemessen, daß das Werk dabei in der Stunde den Verdienst V_m hat. Schering[15]) untersucht die Frage, wie hoch der Verkaufspreis z' der kWh bei der zweiten Belastung ($\cos \varphi$, Strom I) bemessen werden muß, damit das Werk denselben stündlichen Verdienst hat. Es ist

$$V_m = z\,E\,I \cos \mu - [k\,E\,I \cos \mu + a].$$

k bedeutet die Ausgaben des Werkes für 1 kWh, soweit sie der Leistung proportional sind, a die stündlichen Ausgaben für Verzinsung und die Verluste durch Stromwärme, die Klammer die stündlichen Gesamtausgaben. Es soll nun der stündliche Verdienst bei $\cos \varphi$ derselbe sein, also

$$z'\,E\,I \cos \varphi - k\,E\,I \cos \varphi = z\,E\,I \cos \mu - k\,E\,I \cos \mu,$$

wenn man a, welches bei gleichbleibendem I in beiden Fällen dasselbe ist, wegläßt; daraus folgt:

$$z' = z\left[1 + \left(1 - \frac{k}{z}\right)\left(\frac{\cos \mu}{\cos \varphi} - 1\right)\right] \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1)$$

Nach dem Tarif des RWE wird stündlich erhoben

$$z\,E\,I \cos \varphi + y\,[E\,I \sin \varphi - \operatorname{tg} \mu\, E\,I \cos \varphi]$$
$$= z\,E\,I \cos \varphi \left[1 + \frac{y}{z}(\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \mu)\right]$$

also

$$z' = z\left[1 + \frac{y}{z}(\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \mu)\right] \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2)$$

Das RWE nimmt bei Anschlüssen, die nur Strom beziehen, den Solleistungsfaktor $\cos \mu = 0{,}8$ an ($\operatorname{tg} \mu = 0{,}75$) und hat einen Grundpreis von $z = 4$ Pf/kWh und fordert neuerdings einen Aufschlag von 1 Pf $= y$ für die Blindkilowattstunden (nacheilend), die 75% der Wirkkilowattstunden überschreiten, während es die daran fehlenden nacheilenden Blindkilowattstunden mit 0,5 Pf vergütet. Berechnet man für die verschiedenen $\cos \varphi$ hiernach aus 2) die Verkaufspreise der kWh und anderseits aus 1), indem man $k/z = {}^2/_3$ setzt, so erhält man eine ziemlich gute Übereinstimmung. Die Zuschläge auf den Preis der kWh bei dem Sollbelastungsfaktor werden bei kleinem $\cos \varphi$ sehr bedeutend, z. B. ca. 100%, also $z' = 2z$ bei $\cos \varphi = 0{,}2$ und ca. 230% ($z' = 3{,}30z$) bei $\cos \varphi = 0{,}1$.

Es taucht nun sofort die Frage auf, falls der Konsument — anstatt wie bei der vorigen Betrachtung bei konstantem φ — mit wechselndem φ Strom aus dem Netz entnimmt, welches mittlere Φ dann für die Bestimmung des kWh-Preises in Frage kommt. Bußmann legt stillschweigend für seinen Tarif eine mittlere Verschiebung Φ zugrunde, welche durch

$$\operatorname{tg} \Phi = \frac{I_1 \sin \varphi_1\, t_1 + I_2 \sin \varphi_2\, t_2 + \ldots.}{I_1 \cos \varphi_1\, t_1 + I_2 \cos \varphi_2\, t_2 +}$$

definiert ist.

Möllinger[15]) ist der Ansicht, daß der Wert der gelieferten Arbeit durch diese mittlere Verschiebung Φ noch nicht genügend charakterisiert ist. Denn wenn dieselbe Arbeit A z. B. während einer Betriebsperiode von Werk I an Werk II unter einer konstanten Verschiebung von 45°, in einer zweiten Betriebsperiode während der einen Hälfte mit stark nacheilendem, in der anderen mit stark voreilendem Strom geliefert wird, so daß die mittlere Verschiebung wieder 45° beträgt, so bietet die Arbeit A für das Werk II in beiden Fällen nicht denselben Wert, obwohl die mittlere Verschiebung dieselbe ist. Man kann sich aber in der Praxis dadurch helfen, daß man bei dem Bußmannschen Tarif dort, wo voreilender und nacheilender Strom in größerer Menge in Frage kommt, dafür je einen besonderen Zähler oder eine Vereinigung für getrennte Ablesung und Verrechnung verwendet. Übrigens zählt ein Induktionszähler, dessen

Spannungsfluß 45° Verschiebung hat, wie Schering[15]) bemerkt, direkt die Differenz $EI \sin \varphi - EI \cos \varphi$.

Die obige Frage nach der mittleren Phasenverschiebung wird sehr eingehend von Buchholz[16]) behandelt. Er bewertet die Verbrauchsform nur nach den Arbeitsverlusten durch Stromwärme in den Maschinen und Kabeln usw. Bei ihm ist der Abnehmer für das Werk am wertvollsten (größte »Güteziffer«) und erhält daher den billigsten Preis für die kWh, der bei der Entnahme einer bestimmten Arbeit A den geringsten Arbeitsverlust A_v verursacht. Wir nehmen die Betriebsspannung E als konstant an und kennzeichnen den Mittelwert einer Größe mit ′, die Wurzel aus dem Mittelwert der Quadrate (zweiter Mittelwert) mit ″. Buchholz bezeichnet als mittlere Verschiebung Φ innerhalb einer Betriebsperiode T diejenige konstante Verschiebung, bei der in den einzelnen Zeitabschnitten t_1, t_2 dieselben Leistungen abgegeben, also nach wie vor dieselben Wirkströme $I_{w1} = I_1 \cos \varphi_1$, $I_{w2} = I_2 \cos \varphi_2$ usw. fließen würden und bei der ferner der Arbeitsverlust durch Stromwärme während der Betriebsperiode derselbe wäre wie bei der tatsächlichen Belastung. Es ist also Φ definiert durch

$$\left(\frac{I_{w1}}{\cos \Phi}\right)^2 t_1 + \left(\frac{I_{w2}}{\cos \Phi}\right)^2 t_2 + \ldots = I_1^2 t_1 + I_2^2 t_2 + \ldots,$$

woraus

$$\cos \Phi = \sqrt{(I_{w1})^2 t_1 + (I_{w2})^2 t_2 + \ldots} : \sqrt{I_1^2 t_1 + I_2^2 t_2 + \ldots} = \frac{I_w''}{I''} \quad \ldots \ldots \quad (1)$$

Aber der Wert eines Abnehmers ist durch $\cos \Phi$ allein noch nicht charakterisiert. Es ist, dieselbe Verschiebung vorausgesetzt, für das Werk im Interesse der Verminderung des Verlustes durch Stromwärme weiterhin wichtig, daß der Konsument die Arbeit möglichst bei konstanter Leistung entnimmt. Als Faktor, welcher den Wert des Konsumenten völlig bestimmt, führt Buchholz den »Energiefaktor«

$$\cos X = \sqrt{\frac{A_{v\,\min}}{A_v}}$$

ein. Darin bedeutet A_v die bei der Abgabe der Arbeit A durch Stromwärme verlorene Arbeit, $A_{v\,\min}$ das mögliche Minimum dieses Verlustes bei gleichem A und gleichem I. $A_{v\,\min}$ würde eintreten, wenn statt I_1, I_2 ... der Mittelwert I_w' der Wirbelströme I_{w1}, I_{w2} während der Betriebsperiode T konstant entnommen würde, das ist gleichzeitig der kleinste Strom ($I_{\min}$), mit dem A kWh in T h bei der konstanten Betriebsspannung E übertragen werden können:

$$I_w' = I_{\min} = \frac{A \cdot 10^3}{E \cdot T}, \quad \text{also}$$

$$\cos X = \frac{I_w'}{I''} = \frac{I_{\min}}{I''} = \frac{A \cdot 10^3}{E\,T \cdot I''} \quad \ldots \ldots \quad (2)$$

$\cos X$ ist daher auch das Verhältnis der entnommenen Arbeit zu dem Maximum ETI'', welches bei demselben Arbeitsverlust in der Zeit T hätte entnommen werden können. ETI'' nennt Buchholz den scheinbaren Verbrauch, während man sonst darunter den Ausdruck $E\,(I_1 t_1 + I_2 t_2 +) = ETI'$ versteht (auch den Blindverbrauch definiert Buchholz anders als üblich, nämlich $ETI'' \sin X$[17]). Wird die Arbeit bei gleichbleibendem Strom und bei Wechselstrom außerdem stets bei $\cos \varphi = 1$ entnommen, so wird $\cos X = 1$. In diesem Falle erhält der Konsument den billigsten Preis der kWh. Die bei Lieferung derselben Arbeit A durch Stromwärme verlorengehende Arbeit ist $\cos^2 X$ umgekehrt proportional.

Den Wert

$$\cos^2 X = \frac{A^2\,10^6}{(E^2\,T)\,(I''^2\,T)} \quad \ldots \ldots \quad (3)$$

nennt Buchholz »Güteziffer«; das Verhältnis $\cos X : \cos \Phi = \cos \Psi$ »Korrelationsfaktor«. Nach 1) und 2) ist

$$\cos \Psi = \frac{I_w'}{I_w''} = \frac{I_{\min}}{I_w''},$$

also gleich dem Verhältnis des Mittelwertes der einzelnen Wirkströme zu deren zweiten Mittelwert. $\cos \Psi$ ist also, falls nur die Leistungsentnahme während t_1, t_2 usw. unverändert bleibt, unabhängig von φ_1, φ_2 usw., dagegen ist es ein Maß für die Gleichmäßigkeit der Leistungsentnahme. Falls diese z. B. während der ganzen Betriebsperiode T denselben Wert hat, gleichgültig wie groß φ_1, φ_2 ist, wird der Mittelwert gleich dem zweiten Mittelwert und es ist $\cos \Psi = 1$; $\cos \Phi$ wertet also den Konsumenten nach seinem Leistungsfaktor, $\cos \Psi$ nach der Gleichmäßigkeit seiner Leistungsentnahme; das Produkt $\cos X = \cos \Phi \cdot \cos \Psi$ wertet den Konsumenten vollständig. Für Gleichstrom ist $\cos X = \cos \Psi$. Die Güteziffer kann nach Gl. (3) gemessen werden. Der Konsument erhält dazu einen Wattstundenzähler und einen Amperequadratstundenzähler (s. JB 1917, S 153), welche die Größen A bzw. $I^{2''} \cdot T$ anzeigen; E ist bekannt, die Stundenzahl T der Betriebsperiode kann durch einen Zeitzähler gemessen werden. Einen Amperequadratstundenzähler für Gleichstrom erhält man, indem man bei einem dynamometrischen Zähler den Anker zu den Stromspulen parallel schaltet. Den Amperequadratstundenzähler nennt Buchholz »Gütezähler«.

Schließlich zeigt Buchholz, wie man, wenn die Verhältnisse der betreffenden Zentrale (Anlagekapital, maximale Leistung usw.) gegeben sind, den Preis der kWh in Abhängigkeit von der Güteziffer bestimmen kann. Die Güteziffer ist, wie wir sahen, einzig auf die Arbeitsverluste aufgebaut, sie ist kein Maß für den Höchststrom, den der Verbraucher entnommen hat. Wir können uns zwei Verbraucher denken, welche in derselben Betriebsperiode dieselbe Arbeit bei derselben Güteziffer entnehmen, dagegen bei verschiedenem Höchststrom $I_{\max}$. Diese zahlen nach Buchholz denselben Preis für die kWh, obwohl derjenige mit kleinerem Höchststrom dem Werk geringere Bereitstellungskosten verursacht. Bei industriellen Kraftabnehmern, für welche der Tarif hauptsächlich gedacht ist, ist jedoch, wie Buchholz feststellt, die Verbrauchsform der einzelnen Abnehmer eine ähnliche, so daß $I_{\max} = cI''$ gesetzt werden kann, worin c für alle Abnehmer nahezu denselben Wert hat. Es ist daher

$$\cos X = \frac{I_{\min}}{c\, I_{\max}} = \frac{\tau}{c}$$

auch ein Maß für die spezifische Benutzungsdauer τ, und zwar bezogen auf den Strom; aus diesem Grunde fällt die eben erwähnte Ungerechtigkeit fort.

G. Brecht[18]) untersucht für den Fall, daß ein Kraftwerk I, welches mit einem Kraftwerk II durch eine Ausgleichsleitung verbunden ist, diesem Leistung liefert, welche Verschiebung ψ_a' in der Ausgleichsleitung herrschen muß, oder mit anderen Worten, welchen Beitrag an Blindstrom I an II liefern muß, damit die Gesamtverluste durch Stromwärme ein Minimum werden. Es ergibt sich dafür

$$\operatorname{tg} \psi_a' = \frac{\beta\, l_2 - \alpha\, l_1}{D},$$

hierin sind α und β Größen, die von den Ohmschen Widerständen der beiden Stromerzeugeranlagen, gerechnet bis zur Abzweigung der Ausgleichsleitung und dem Ohmschen Widerstand der letzteren abhängen, D ist der durch diese von I nach II gelieferte Wirkstrom, l_1 und l_2 die Blindströme der von I und II gespeisten Netze. Es wird gezeigt, daß ψ_a' keineswegs zusammenzufallen braucht mit der Verschiebung φ_2 in dem zu unterstützenden Netz II, an einem Beispiel bei $\cos \varphi_2 = 0{,}894$ (nacheilender Strom) wird sogar das Minimum bei voreilendem Strom in der Ausgleichsleitung erreicht. Nach der Bußmannschen[19]) Tarifierung würde also dann das liefernde Werk einen Abzug von dem Grundpreis der kWh zu gewärtigen haben.

Wenn man in die Hauptspeiseleitungen der Netze *I* und *II* je einen Sinuszähler Z_1 und Z_2 und in die Ausgleichsleitung einen solchen Z_a' schaltet, gibt der Ausdruck

$$A' = Z_a' - (\beta Z_2 - \alpha Z_1)$$

ein Maß dafür, wie weit man sich in dem Betrieb von dem Idealzustand entfernt, denn für diesen müßte im Betrieb $Z_a' = \beta Z_2 - \alpha Z_1$, also $A' = 0$ sein.

Ein großes Elektrizitätswerk berechnet den Verbrauch nach kWh und die Entnahme nach kW solange der Scheinverbrauch bzw. die Scheinleistung höchstens das 1,4fache des Wirkverbrauches bzw. der Wirkleistung ist; von da ab nach kVAh und kVA, wobei dann der Preis nur den 1,4ten Teil beträgt. Da es jedoch Meßgeräte für die Scheingrößen, falls φ in weiten Größen sich ändert, noch nicht gibt, müßten diese aus dem Wirkverbrauch und dem Blindverbrauch berechnet werden, was umständlich und außerdem nicht einwandfrei ist.

Es wäre zweckmäßig statt der bisher üblichen Maximumzeiger, welche auf die Leistung ansprechen, Apparate zu verwenden, deren Angaben nur oder in höherem Grad vom Strom abhängen, da dieser die Höhe der Bereitstellungskosten bestimmt[20]).

Wird ein Netz an mehreren Punkten gespeist, so ist beim Maximumtarif bekanntlich nicht die Summe der Maxima, sondern das Maximum der Summe der Leistungen maßgebend. Marshall[21]) bespricht die bekannten Methoden, diese mittels der Sekundärwicklungen der Stromwandler zu summieren. Falls die Stromwandler gleiche Übersetzungsverhältnisse haben, werden ihre Sekundärwicklungen parallel auf die Zählerstromspule geschaltet; haben sie verschiedene Übersetzungen, so gibt man entweder dem Zähler mehrere Stromspulen mit verschiedenen Windungszahlen, oder man addiert die einzelnen Sekundärströme durch einen »Summenstromwandler«, dessen Primärspulen entsprechende Windungszahlen besitzen und dessen Sekundärspule die Zählerstromspule speist. Liegen die Speisepunkte weit auseinander, so wird vorgeschlagen, einzelne Zähler zu verwenden, die z. B. jedesmal nach 10 kWh einen Kontakt schließen und dadurch Relais betätigen, welche Punkte auf einer gemeinsamen, von einem Uhrwerk bewegten Walze aufdrucken. Aus der Entfernung der Punkte kann man die maximal gelieferte Leistung bestimmen.

1) Schering, Arch. El. Bd 7, S 47. — 2) Schering und Engelhardt, Z. Instrk. S 115, 138. — 3) Wirz, Bull. Schweiz EV S 13. — 4) ETZ S 342. — 5) El. World Bd 73, S 1088. — 6) Rowledge, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 622. — 7) Turner, El. Rev. (Ldn.) Bd 83, S 571. — 8) Stubbings, El. Rev. (Ldn.) Bd 83, S 460. — 9) ETZ S 213. — 10) J. Schmidt, Helios Fachz. S 265, 273. — 11) ETZ S 550. — 12) ETZ S 237. — 13) Richardson, El. World Bd 73, S 219. — 14) Mathes, El. World Bd 72, S 1024. — 15) ETZ S 304. — 16) Buchholz, ETZ S 101, 115. — 17) R. Schmidt, Schering und Buchholz, ETZ S 330. — 18) Brecht, ETZ S 125. — 19) Bußmann, El. Kraftbetr. S 169, 181, 193, 201. — 20) Helios Fachz. S 301. — 21) Marshall, El. Rev. (Ldn.) Bd 84, S 172.

Elektrische Messungen und Meßverfahren, Hilfsmittel für Messungen.

Von Dr.-Ing. Georg Keinath.

Widerstandsmessung. Eine neue Wheatstonesche Brücke für Werkstatt und Prüffeld, von Hartmann & Braun hergestellt, wird von Werner[1]) beschrieben. Es sind drei Meßbereiche vorhanden, welche ohne Umklemmen einfach durch Betätigen dreier verschiedener Druckknöpfe eingeschaltet werden. — Messungen der Leitfähigkeit von Isoliermaterialien bei hohen Temperaturen sind von Silsbee und Honaman[2]) im Bureau of Standards ausgeführt worden mit besonderer Rücksicht auf die Konstruktion von Zündkerzen. Die Versuche ergaben, daß es keine kritische Temperatur gibt, bei der die Leitfähigkeit rapid

zunimmt, wie es bei Porzellan angenommen wurde. Bei hochgespanntem Gleichstrom ergab sich eine Variation des Widerstandes mit der Höhe der Spannung und der Zeit ihrer Einwirkung.

Gleichstrommessungen. Besag[3]) hat eine neue Methode für die Fernmessung starker Gleichströme ohne Nebenwiderstände angegeben. Grundsätzlich wird die Änderung der Wechselstromaufnahme einer Drossel bei deren gleichzeitiger Erregung mit Gleichstrom zur Messung benutzt. Wenn Spannung und Frequenz konstant sind, kann der Wechselstrommesser unmittelbar die Gleichstromerregung anzeigen. Bei dieser Methode läßt sich auch die elektrische Isolierung des Anzeigeinstrumentes in hochgespannten Gleichstromleitungen erreichen.

Wechselstrommessungen. Michalke[4]) beschreibt die Wirkungsweise eines Torsionsdynamometers, das in einem einzigen Meßorgan ohne Zerlegung in Teilleistungen die gesamte Leistung eines beliebig belasteten Mehrphasenstromsystems zu messen gestattet.

Ein Wechselstromkompensator zur Messung in Telephonkreisen wird von Pedersen[5]) beschrieben mit den Schaltungen zur Bestimmung der verschiedenen Größen.

Blondel[6]) gibt in ausführlicher Weise die Theorie einer Anzahl von Kompensations- und Brückenschaltungen zur Messung kleiner Wechselspannungen unter Verwendung von Glühkathodenröhren. Trotz der scheinbaren Einfachheit der Messung entstehen in der Ausführung erhebliche technische Schwierigkeiten, welche durch die Verwendung der Verstärker bedingt sind und den Bau besonderer Röhrenarten für diesen Zweck fordern. — Im Anschluß an die Arbeit von Blondel gibt Depriester[7]) noch eine weitere Anordnung an, mit der es möglich ist, Spannungen bis herab zu 0,05 μV nachzuweisen, unter Verwendung eines Galvanometers mit einer Empfindlichkeit von 1 mm/$1 \cdot 10^{-10}$ A. — H. Abraham, E. u. L. Bloch[8]) beschreiben Anwendungen der Verstärkerröhren für Messungen der Radiotechnik, zur Messung schwacher Ströme, Bestimmung von Kapazitäten, der dielektrischen Verluste usw.

In einer besonderen Ausführung ist das Crookessche Radiometer durch Cope[9]) zur Strommessung benutzt worden. Es können damit Ströme von 1 bis 15 mA durch die Drehung des Flügels zufolge der Strahlung eines Heizgitters mit 15 Ohm Widerstand gemessen werden. Eine praktische Bedeutung dürfte der Apparat nicht gewinnen, er ist zu kompliziert und empfindlich und seine Einstellung zu träge.

Kapazitätsmessung. Scott-Taggart[10]) bestimmt Kapazitäten in der Weise, daß in zwei Glühkathoden-Schwingungsröhren Hochfrequenzströme in zwei Kreisen erzeugt werden, deren einer den zu messenden Kondensator, der andere einen variablen Normalkondensator enthält. Beide Schwingungen werden in ein Telephon geleitet und der Normalkondensator solange geändert, bis die Schwebungen nicht mehr zu hören sind, so daß die Frequenzen gleich sind. Wenn die übrigen Konstanten der Schwingungskreise bekannt sind, kann die gesuchte Kapazität dann einfach berechnet werden. — Thomas[11]) führt Kapazitätsmessungen aus unter Vergleich mit einem Normalkondensator durch eine ballistische Nullmethode unter Verwendung eines rotierenden Umschalters. — Bouzon[12]) gibt eine Methode an zur Bestimmung der »Sternkapazität« dreiphasiger armierter Kabel mit einer einzigen Messung und zur Berechnung des Leerstromes im Betrieb.

Messung kleiner Induktivitäten und von Verlusten in Kondensatoren. Campbell[13]) beschreibt einige Brückenmeßmethoden mit einem Telephon oder Vibrationsgalvanometer als Nullinstrument, unter Benutzung veränderlicher Normalrollen der gegenseitigen Induktion.

Untersuchungen an Meßwandlern (s. a. S. 175/6). Zur Messung des Leerlaufstromes von Stromwandlern benutzen Schering und Engelhardt[14]) eine Brückenmethode. In einem Zweig liegt die Sekundärspule in Reihe mit einem veränderlichen Widerstand r_1 des primär offenen Wandlers, im zweiten eine Selbst-

induktionsspule mit 1 H, deren Widerstand auf 200 Ohm ergänzt ist, in den anderen beiden Zweigen ein veränderlicher Präzisionswiderstand R_3 und ein fester Widerstand. Durch Veränderung von r_1 und R_3 wird das in der Diagonale liegende Vibrationsgalvanometer stromlos gemacht, und es können dann die Blind- und Wirkkomponente des Leerlaufstromes berechnet werden. Auch für anormale Fälle wird eine Meßmethode angegeben. — Die Kurzschluß- und Streuinduktivität wird von Schering und Engelhardt[15]) ebenfalls in einer Brückenschaltung bestimmt (S 176). Es werden Versuchswerte mitgeteilt über die geringe Abhängigkeit der Streuinduktivität mit der Stromstärke und über den Anteil der primären und sekundären Streuung an der Summe beider. — In einem kurzen Aufsatz weist Brooks[16]) auf die bequeme Prüfung der Meßwandler mit dem Wechselstromkompensator hin, die sowohl absolut, mit Normalwiderständen, als auch unter Benutzung von geeichten Normalwandlern erfolgen kann. — Baker[17]) schaltet die Sekundärwicklungen des zu untersuchenden Wandlers und eines Normalwandlers mit bekannten Fehlergrößen gegeneinander auf einen Ringtransformator. Die dritte Wicklung des letzteren führt zu der Drehspule eines hochempfindlichen Spezialwattmeters. Die Windungszahl der einen der beiden Transformatorwicklungen wird solange geändert, bis der Kraftfluß im Kern ein Minimum ist, daraus läßt sich dann der Phasen- und Übersetzungsfehler bestimmen. — Auch Silsbee[18]) benutzt zur Prüfung von Meßwandlern einen Normalwandler und bestimmt die Fehler nach einer Nullmethode oder einer Ausschlagsmethode. Die so gefundenen Werte weichen von den tatsächlichen nur in ganz geringem Maße ab. Crothers[19]) berichtet über Methoden zur Bestimmung der Fehlergrößen eingebauter Strom- und Spannungswandler durch eine Messung am Ort. Die von Agnew[20]) angegebene Methode unter Verwendung eines Normalwandlers hat sich als besonders brauchbar erwiesen. Weiterhin wird die schon 1914 von Brooks[16]) für Spannungswandler angegebene Differentialmethode zur Messung von Übersetzungs- und Phasenfehlern beschrieben und vervollständigt, ebenso die Differentialmethode von Silsbee zur Prüfung von Stromwandlern.

Bates[21]) gibt eine Zusammenstellung der Schaltungen und Hilfsmittel, welche für die Polaritätsprüfung von Strom- und Spannungswandlern verwendet werden.

Die **Scheitelspannung** wird nach Craighead[22]) in der Weise gemessen, daß die zu prüfende Spannung über einen Kondensator mit sehr geringen Verlusten an eine Glühkathodenventilröhre (Kenotron) gelegt wird. Eine Halbwelle wird unterdrückt und der Kondensator wird bis zu der Scheitelspannung der anderen Halbwelle aufgeladen. Wird er zugleich als statisches Voltmeter ausgebildet, so kann dieses die Scheitelwerte unmittelbar anzeigen, es kann aber auch die Kondensatorspannung mit einem hochempfindlichen Drehspullenvoltmeter gemessen werden. — Die Methode hat sich für Spannungen bis zu 25 kV und Frequenzen bis zu 120000 Per/s bewährt. Bei hohen Spannungen wird der Scheitelwert auf der Niederspannungsseite des Transformators bestimmt. Paterson[23]) bespricht kurz die Fehlerquellen bei der Bestimmung der Scheitelspannung mit Glühkathodenventilröhre und statischem Voltmeter nach der von Craighead näher beschriebenen Methode.

Genaue Zeitbestimmung. In einer eingehenden Studie beschreibt Kartak[24]) den Bau, die Wirkungsweise und die Fehlergrößen verschiedener Apparate zur Zeitbestimmung. Es wird auf die Fehler der gebräuchlichen Stoppuhren hingewiesen und eine verbesserte Konstruktion erwähnt mit einer Unruhe, die 50 Schwingungen in der Sekunde macht. Viel genauer sind Stimmgabelanordnungen; der Verfasser gibt für eine Ausführung des Bureau of Standards Abbildungen und genaue Daten. Die Schwingungszahl beträgt 40 in der Sekunde, die Stromstöße werden durch ein Relais auf ein Zeigerwerk übertragen.

Hochspannungslaboratorium. Die elektrische Einrichtung des Hochspannungslaboratoriums der Purdue-Universität wird von Harding[25]) geschildert. Es sind zwei Transformatoren für je 300 kV mit je 135 kVA Leistung vorhanden, die hochspannungsseitig in Reihe geschaltet werden können, um 600 kV zu

erzeugen. Die Spannung wird durch einen Reguliertransformator in 480 Stufen von Null bis auf den Höchstwert eingestellt (vgl. S 48). — Ein 500 kV-Kondensator zur Prüfung von Hochspannungsisolatoren bei 60000 Per/s ist von der Federal Telegraph Co.[26]) gebaut worden. Die eine Elektrode ist fest und ruht auf einer großen Zahl Etagen von kleineren Isolatoren, die andere, geerdete, ist beweglich und bildet in dem Häuschen, das den Kondensator birgt, die Decke.

Erzeugung von Hochfrequenzströmen. Gildemeister[27]) erzeugt Hochfrequenzströme für Meßzwecke mit einer einfachen kleinen Poulsenlampe, die sich hinsichtlich Konstanz und leichter Regulierung gut bewährt hat. Die benutzte Spannung betrug 220 bis 250 V, der Speisestrom wurde durch Eisendrahtvariatoren auf 2 A konstant gehalten. Es wurden Frequenzen von 1000 bis 25000 erzeugt, der erzeugte Wechselstrom entsprach an Intensität ungefähr dem Speisestrom. Der Lichtbogen ist sichtbar, abgenutzte Teile sind leicht zu erneuern. — Campbell[28]) beschreibt einen Stimmgabel-Schwingungserzeuger, der eine nahezu sinusförmige Wechselspannung liefert. Die Frequenz war 10 Per/s, der Wechselstrom wurde zu Messungen mit einem Vibrationsgalvanometer verwendet. Das letztere war von besonders hoher Empfindlichkeit, der Ausschlag betrug 400 mm/μ A bei 1 m Abstand, der Effektivwiderstand war 1000 Ohm.

[1]) G. Werner, El. Anz. S 739. — [2]) F. B. Silsbee u. R. K. Honaman, Rev. Gén. El. Bd 6, S 665. — [3]) E. Besag, ETZ S 436. — [4]) Michalke, Arch. El. Bd 8, S 205. — [5]) P. O. Pedersen, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 523. — [6]) A. Blondel, Rev. Gén. El. Bd 6, S 163, 427. — [7]) R. Depriester, Rev. Gén. El. Bd 6, S 619. — [8]) H. Abraham u. E. u. L. Bloch, Rev. Gén. El. Bd 6, S 227. — [9]) Cope, El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 317. — [10]) J. Scott-Taggart, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 466. — [11]) Ph. Thomas, Rev. Gén. El. Bd 5, S 656 (nach J. Franklin Inst. Bd 186, S 377. — [12]) R. Bouzon, Rev. Gén. El. Bd 5, S 651. — Brylinski, S 745. — [13]) A. Campbell, ETZ S 389. — [14]) Schering u. Engelhardt, Z. Instrk. S 115. — [15]) Schering u. Engelhardt, Z. Instrk. S 137. — [16]) Brooks, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 603. — [17]) Baker, Proc. Am. Inst. El. Eng. 1918, S 1173. — Rev. Gén. El. Bd 5, S 892. — [18]) F. B. Silsbee, Rev. Gén. El. Bd 5, S 449. — [19]) H. M. Crothers, El. World Bd 73, S 516; Bd 74, S 119. — [20]) Agnew, El. World Bd 64, S 1004 (1914). — [21]) C. W. Bates, El. World Bd 74, S 290. — [22]) J. R. Craighead, Gen. El. Rev. S 104. — Rev. Gén. El. Bd 6, S 102. — ETZ S 354. — [23]) C. C. Paterson, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 514. — [24]) F. A. Kartak, El. World Bd 73, S 672. — [25]) C. Fr. Harding, El. World Bd 74, S 284. — [26]) Federal Telegraph Co., El. World Bd 74, S 404. — [27]) Gildemeister, ETZ S 616. — [28]) A. Campbell, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 571.

XIV. Magnetismus.

Von Geh. Regierungsrat Prof. Dr. E. Gumlich.

Theorie des Magnetismus. Im Jahre 1915 (vgl. JB. 1915, S 197) war es Einstein und de Haas gelungen, die Entstehung der magnetischen Erscheinungen durch Ampèresche Molekularströme (kreisende Elektronen) experimentell nachzuweisen. Für das Verhältnis vom Impulsmoment der Elektronen zum magnetischen Moment fanden die Verfasser damals in guter Übereinstimmung mit den bisher nach neueren Methoden ermittelten Werten die Zahl $1{,}11 \times 10^{-7}$. Die Wichtigkeit des Gegenstandes veranlaßte mehrere Forscher zur Wiederholung der Messungen, die namentlich Beck[1]) mit besonderer Sorgfalt durchführte, indem er alle möglichen Fehlerquellen in Rechnung zog und hauptsächlich die Periodenzahl des Wechselstroms sowie die Dämpfungskonstante des schwingenden Stäbchens viel genauer bestimmte, als dies bei den früheren, mehr qualitativen Versuchen möglich war. Becks Versuche bestätigten zwar das Tatsächliche der Erscheinung, ergaben jedoch für das erwähnte Verhältnis nur rund die Hälfte des von Einstein gefundenen Wertes und somit eine bis jetzt unerklärte Abweichung zwischen Experiment und Theorie. Becks Er-

gebnis wird gestützt durch Versuche von Arvidson[2]), die sich ziemlich genau an die ursprüngliche Versuchsanordnung hielten, aber allerdings weniger exakt durchgeführt waren als die Versuche von Beck (vgl. auch S 194).

Die Magnetisierungsvorgänge sind, wie man jetzt wohl allgemein annimmt, teils reversibeler, teils irreversibeler Art. Die ersteren, bei denen es sich nur um mäßige Drehungen der magnetischen Achsen der Molekularmagnete handelt, bedingen die nahezu geradlinigen Teile der Magnetisierungskurven bei sehr niedrigen und sehr hohen Feldstärken, während die letzteren namentlich an den steilen Stellen der Magnetisierungskurven auftreten. Sie sind auf das plötzliche Umkippen der magnetischen Achsen der Elementarmagnete zurückzuführen, das in einer umgebenden Induktionsspule einen kleinen Induktionsstoß erregen wird. Barkhausen[3]) ist es gelungen, diese einzelnen Induktionsstöße im Telephon hörbar zu machen, indem er zwischen Spule und Telephon noch einen Röhrenverstärker von der Größenordnung 10000 einfügte. Nähert man der Probe, die passend aus einem dünnen, weichen Eisendraht besteht, langsam einen kräftigen Hufeisenmagnet, so macht sich jedes Umklappen als Knacken im Telephon bemerkbar, das mittels eines Schalltrichters auch einem ganzen Auditorium vorgeführt werden kann. Hält man an einer beliebigen Stelle mit der Annäherung an und zieht den Magnet um ein kleines Stück zurück, geht also zum absteigenden Ast der Magnetisierungskurve über, so hört man innerhalb dieser Strecke weder beim Zurückziehen noch auch beim Wiedervorschieben das Knacken, da auch hier nur reversibele Vorgänge auftreten (Gansssche »reversibele Permeabilität«).

Honda und Ôkubô[4]) geben zu ihren früheren theoretischen Ableitungen noch einige Ergänzungen, in denen sie u. a. auf die Notwendigkeit einer Zerlegung des magnetischen Moments der Moleküle in die Komponenten parallel und senkrecht zur Rotationsachse hinweisen, da die Rotationsachse des Moleküls im allgemeinen nicht mit seiner magnetischen Achse zusammenfallen wird. Je nachdem die axiale oder die transversale Komponente des endgültigen magnetischen Moments sämtlicher rotierender Moleküle überwiegt, hat man es mit Para- oder mit Diamagnetismus zu tun, und zwar hängt dies hauptsächlich von der Form der Moleküle ab.

P. Weiß[5]) macht auf die Analogie der magnetischen Isothermen mit denjenigen der Kompression von Flüssigkeiten und Gasen aufmerksam. Trägt man die Stärke des gesamten inneren und äußeren Feldes für bestimmte Werte der spezifischen Magnetisierung als Funktion der Temperatur auf, so erhält man Scharen von Geraden, die sich bei den zugehörigen Umwandlungspunkten schneiden, wie die Linien gleichen Volumens in Abhängigkeit von Druck und Temperatur der Flüssigkeiten bzw. Gase bei den kritischen Temperaturen.

Magnetische Meßanordnungen. Das bekannte störungsfreie Magnetometer von Kohlrausch und Holborn hat Dieterle[6]) durch Verwendung eines ganz leichten, am Quarzfaden aufgehängten Magnetsystems außerordentlich empfindlich und dadurch für die Verwendung zu besonderen Meßzwecken tauglich gemacht.

Abgesehen von der zeitraubenden Ellipsoidmessung, gibt nur die ballistische Untersuchung von Probekörpern in Ringform bei geeigneter Wahl der Abmessungen einwandfreie und einer Scherung nicht bedürftige Werte. Der Grund für die seltene Verwendung dieser Methode liegt nur in der umständlichen Bewickelung mit der nötigen Anzahl von Primär- und Sekundärwindungen. Spooner[7]), der besonderen Wert auf rasche Ausführung der Prüfungen legte und daher auch die ganze ballistische Meßanordnung nach dieser Richtung hin verbesserte, suchte die erwähnte Schwierigkeit dadurch zu umgehen, daß er für beide Wickelungen nur wenige Windungen verwendete, die sich rasch aufbringen lassen. Dies setzte allerdings, da der Draht auch im Ölbad nicht zu stark mit Strom belastet werden konnte (bis 100 A), zur Erreichung einer hinreichenden Feldstärke voraus, daß der Umfang, also auch der Durchmesser des Ringes nur gering, der Querschnitt jedoch nicht zu klein war. Der Verfasser wählte

bei einer Ringdicke von rd. 1 cm einen äußeren Durchmesser von 2,5 cm und einen inneren von 1,8 cm. Es verhält sich also die Feldstärke am inneren und am äußeren Rande nahezu wie 3 : 2, was, da sich die Induktion in ganz anderem Verhältnis ändert als die Feldstärke, namentlich bei niedrigen Induktionen zu ganz unrichtigen Ergebnissen führen muß. Die Abkürzung der Meßdauer gelingt also auch hier nur auf Kosten der Genauigkeit, und die Methode kann höchstens für Vergleichsmessungen einen gewissen Wert haben.

Eine vereinfachte Form seines bereits im JB 1917, S 163, besprochenen Magnetisierungsapparats beschreibt Fahy[8]). Die Vorrichtung besteht im wesentlichen aus einer Magnetisierungsspule mit starkem Eisenkern, an den sich beiderseits breite eiserne Backen senkrecht ansetzen. An die Enden dieser Backen wird der mit einer Induktionsspule versehene rechteckige Probestab angeklemmt, dessen Induktion in bekannter Weise mittels des ballistischen Galvanometers gemessen wird. Die zugehörige Feldstärke bestimmt man auf Grund des Gesetzes vom stetigen Übergang ihrer Tangentialkomponente von einem zum anderen Medium mittels einer entsprechenden, dicht neben dem Probestab angebrachten leeren Induktionsspule. Das bekannte, von Ewing in die Meßtechnik eingeführte Gesetz hat sich zwar bei hohen Feldstärken (Isthmusmethode) gut bewährt; ob und unter welchen Bedingungen es auch bei niedrigen Feldstärken, deren genaue Bestimmung gerade die größten Schwierigkeiten bietet, trotz der unvermeidlichen Streuungserscheinungen noch anwendbar ist, bedarf noch einer genaueren Untersuchung, die zurzeit in der Reichsanstalt ausgeführt wird.

Bursil und Bedson[9]) beschreiben einen Apparat, der dazu dienen soll, den Kraftlinienfluß und die Koerzitivkraft von Hufeisenmagneten zu bestimmen, und zwar handelt es sich dabei hauptsächlich um Magnetformen von bestimmten Dimensionen. Der Magnet wird an zwei Armaturen aus weichem Eisen angelegt, die sich zwischen den Schenkeln befinden; dazwischen dreht sich ein Anker einer ganz einfachen, mit der Hand zu bewegenden kleinen Gleichstrommaschine, die mit einem Voltmeter in Verbindung steht. Beim Überschreiten einer bestimmten Tourenzahl greift mit Hilfe der Zentrifugalkraft eine Klaue in das Getriebe ein. Aus der Spannung des Voltmeters, das gleich auf Kraftlinienfluß geeicht ist, kann letzterer ohne weiteres abgelesen werden. Zur Bestimmung der Koerzitivkraft werden über die Schenkel mehrere Spulen geschoben; der sie durchfließende Gleichstrom wird so reguliert, daß der Ausschlag des Spannungsmessers verschwindet; aus der dazu notwendigen Stromstärke und der Spulenkonstante läßt sich die Koerzitivkraft in bekannter Weise berechnen.

In einfacherer Weise verfährt Spooner[10]), der bei einem Gleichstromvoltmeter den Hufeisenmagnet des Instruments entfernt und die miteinander zu vergleichenden, geeignet armierten Hufeisenmagnete an seine Stelle bringt. Die Größe des Zeigerausschlags ist dann ein Maß für die Stärke des Kraftlinienflusses zwischen den Polen.

Über das nunmehr auch im Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie eingehend beschriebene neue Meßverfahren von Hund[11]) zur Bestimmung der magnetischen Flußdichte und Permeabilität ist früher schon an dieser Stelle (JB 1917, S 164) auf Grund kürzerer ausländischer Mitteilungen berichtet worden.

Magnetisierung bei hohen Frequenzen. In einem Aufsatz über die alte und die neue Auffassung des Magnetismus bei hohen Frequenzen kommt Faßbender[12]) auf Grund seiner eigenen Versuche und derjenigen von Zenneck, Hupka, Schames, Alexanderson, Arkadiew u. a. zu dem Schluß, daß bei Schwingungen bis zu mindestens 10^6, wie sie in der drahtlosen Telegraphie vorkommen, die scheinbare Verringerung der Permeabilität mit der Höhe der Frequenz nicht auf die sog. Viskosität des Eisens, sondern auf den Hauteffekt, also auf Wirbelströme zurückzuführen sei. Dagegen muß allerdings aus den Messungen von Arkadiew sowie von Hagen und Rubens geschlossen werden, daß bei sehr raschen Schwingungen (Wellenlänge von mehreren cm) die Permeabilität selbst außerordentlich stark sinkt und schließlich $= 1$ wird.

Nusbaum[13]) bestimmte die Summe von Hysterese- und Wirbelstromverlust bei Schwingungen zwischen $1,5 \times 10^5$ und 10×10^5 Perioden auf kalorimetrischem Wege, indem er zwei ganz gleiche auf Glas gewickelte Spulen, von denen nur die eine einen Eisenkern enthielt, in zwei gleichen Kalorimetern der Wirkung gleicher Schwingungen aussetzte. Der geringere Temperaturanstieg im Kalorimeter mit eisenloser Spule wurde durch Zuführung einer gemessenen Menge elektrischer Energie durch eine besondere Heizspule ausgeglichen. Es ergab sich, daß der Energieumsatz für einen Zyklus in der Eisenspule mit wachsender Periodenzahl abnimmt, was natürlich auf den Hauteffekt zurückzuführen ist und von vorne herein zu erwarten war.

Während zumeist die Wirkung der Wirbelströme auf das Eisen wegen der dadurch verringerten Permeabilität außerordentlich unerwünscht ist, kann sie doch auch zum Schutze von Eisenteilen in Hochfrequenzfeldern vorteilhaft sein. Auf Grund von kalorimetrischen Versuchen mit Hochfrequenzspulen in Feldern von 10×10^4 bis 40×10^4 Schwingungen fanden Preuner und Pungs[14]), daß die sehr beträchtliche Wirkung von Eisenteilen, welche innerhalb oder in der Nähe der Spulen angebracht wurden, auf den effektiven Widerstand derselben nahezu vollkommen verschwand, wenn man die Eisenteile mit dünnen Platten aus Kupfer oder Zink bedeckte, ja es genügte hierzu meist schon ein galvanischer Überzug von etwa 0,04 cm Cu oder 0,1 cm Zn.

Magnetische Eigenschaften von Stoffen. Mittels der oben erwähnten Modifikation des Kohlrausch-Holbornschen störungsfreien Magnetometers untersuchte Dieterle[6]) die magnetischen Eigenschaften von Eisen-Vanadiumlegierungen mit 0,6% bis 3,4% V und 0,22% bis 0,36% C in Form von Rotationsellipsoiden. Hiernach scheint V ähnlich zu wirken wie Si, d. h. die Bildung von Härtungskohle zu verhindern, doch bestätigten sich die früheren so außerordentlich günstigen Versuchsergebnisse von Lansdale nach keiner Richtung.

In dem bisher vorliegenden ersten Teil einer kritischen Studie über die Heuslerschen Legierungen gibt v. Auwers[15]) eine übersichtliche Darstellung der Anschauungen von Heusler, Richarz und seiner Schüler über die Natur dieser Legierungen und insbesondere über die verwickelten Vorgänge bei dem sog. Alterungsprozeß, in welche namentlich durch die Versuche von Take einige Klarheit gebracht worden ist.

Temperaturkoeffizient permanenter Magnete. Dieser, also die im allgemeinen negative, reversibele prozentische Änderung des magnetischen Moments auf 1°, die bei den mit Magneten ausgerüsteten Apparaten, wie Elektrizitätszählern usw., eine unerwünschte Rolle spielt, hängt in erster Linie von der chemischen Zusammensetzung und der Härtungstemperatur ab, in zweiter Linie jedoch, wie schon früher Cancani und Ashworth bemerkten, auch von der Gestalt. Gumlich[16]) untersuchte diese Abhängigkeit systematisch an zylindrischen Stabmagneten und Ellipsoiden von verschiedenem Dimensionsverhältnis sowie an Hufeisenmagneten von gleichem Material aber verschiedener Gestalt. Mit einem gehärteten, 22 cm langen und 0,6 cm dicken Stab aus Chromstahl, dessen magnetisches Moment im kalten und warmen Zustand mittels des Magnetometers gemessen wurde, konnte durch allmähliche Verkürzung bis auf 2,4 cm Länge ein Anwachsen des Temperaturkoeffizienten von $2,4 \times 10^{-4}$ bis auf $4,2 \times 10^{-4}$ festgestellt werden. Ein Versuch, diese eigentümliche Erscheinung durch die Änderung des Polabstands mit der Temperatur zu erklären, mißlang, dagegen gelang die Aufklärung auf Grund der im kalten und warmen Zustand ausgeführten Messungen am bewickelten Ring mit Hilfe der für Ellipsoide gültigen Scherungsregeln, aus denen hervorging, daß mit abnehmendem Dimensionsverhältnis die Verringerung der Remanenz durch Erwärmung zwar absolut genommen kleiner, prozentisch aber größer wird, und zwar stimmten die berechneten Werte mit den beobachteten auch quantitativ befriedigend überein.

Mit dem an Stäben gewonnenen Ergebnis steht auch die durch Abziehen einer Induktionsspule von den Schenkeln kalter und warmer Hufeisenmagnete ballistisch ermittelte Tatsache im Einklang, daß der Temperaturkoeffizient des

am schlechtesten geschlossenen Magnets mit großer Maulweite am größten, derjenige des bestgeschlossenen am geringsten ist.

An einem U-förmigen Hufeisenmagnet wurde außerdem ballistisch die Verteilung der Kraftlinien bzw. die Streuung längs der Schenkel gemessen. Die letztere betrug bis 0,5 cm vom Schenkelende im ungeschlossenen Zustand 82% gegen 38% nach Ankerschluß. Durch diesen war auch der gesamte Kraftlinienfluß um 7% gestiegen, was sich ohne weiteres mit Hilfe des sog. Ohmschen Gesetzes erklären läßt.

Polabstand zylindrischer Stäbe. Im Zusammenhang mit der soeben erwähnten Untersuchung bestimmte Gumlich[16]) durch magnetometrische Messungen aus verschiedenen Entfernungen den Abstand der als »Fernwirkungszentren« definierten Pole eines zylindrischen Stabes in Abhängigkeit von der Höhe der Induktion. Es ergab sich, daß der Polabstand mit wachsender Induktion bis zur Gegend der Maximalpermeabilität (etwa $\mathfrak{B} = 5000$ bis 7000) etwas abnimmt (bis 0,82 der Länge), um dann mit weiter steigender Induktion ganz erheblich zuzunehmen, so daß er schon bei $\mathfrak{B} = 18000$ etwa 0,97 der Länge beträgt, die Magnetisierung also schon nahezu gleichmäßig ist. Für die als »Schwerpunkte des freien Magnetismus« definierten Pole, deren Lage von derjenigen der oben erwähnten Pole erheblich abweicht, hatte Holborn früher schon auf anderem Wege ähnliche Beziehungen zur Höhe der Induktion ermittelt.

Der Schiffskompaß. Die Störungen, welchen ein Schiffskompaß sowohl in magnetischer Beziehung durch den permanenten und induzierten Magnetismus des Schiffskörpers als auch mechanisch durch dessen Schwankungen ausgesetzt ist, und die Vorrichtungen, durch welche man wenigstens bis zu einem gewissen Grade diese Störungen beseitigen kann, bespricht Field[17]) in übersichtlicher Weise. Daß die Kompensation durch permanente Magnetstäbe im Kompaßgehäuse und durch beiderseits des Kompasses gelagerte Kugeln aus weichem Eisen nur unvollkommen sein kann, geht aus den beigefügten Kraftlinienbildern ohne weiteres hervor, ebenso der verschiedene Grad der Störungen bei der Verwendung längerer und kürzerer Nadeln sowie der Einfluß einer geeigneten Anordnung von mehreren Nadeln.

Magnetische Untersuchungen zur Bestimmung von Materialeigenschaften. Die Frage, inwieweit aus den Ergebnissen magnetischer Messungen, die ohne Verletzung des fertigen Gegenstandes in einfacher und wenig zeitraubender Weise vorgenommen werden können, auf andere physikalische und speziell auf die mechanischen Eigenschaften, wie Härte, Festigkeit, Dehnung, Elastizität, Gleichmäßigkeit usw. geschlossen werden darf, wird in einer Anzahl von Aufsätzen von Burrows und Fahy, Dudley, Sanford und Fischer, Sanford und Kouvenhoven, Nusbaum, Gebert, Williams behandelt, die unter dem gemeinsamen Titel »Topical Discussion on Magnetic Analysis«[18]) als Sonderabzug erschienen sind; auch Wild[19]) und Gebert[20]) haben an anderen Stellen noch Beiträge zu diesem Thema geliefert.

Daß gewisse Eigenschaften, wie z. B. Brinell-Härte und Koerzitivkraft in Abhängigkeit von der Anlaßtemperatur gehärteten Stahls einen ähnlichen Gang zeigen, scheint festzustehen, und gerade für die Untersuchung der Härte von Schneide- und Bohrwerkzeugen, Sägeblättern, Messerklingen usw. dürfte die einfache Bestimmung der Koerzitivkraft gute Dienste leisten, aber vollkommen ist der Parallelismus keineswegs, und man wird deshalb zur eindeutigen Charakterisierung der mechanischen Eigenschaften noch eine zweite oder dritte magnetische Eigenschaft, wie die Maximalinduktion für eine bestimmte Feldstärke oder die Remanenz zu Hilfe nehmen müssen. Unerläßliche Vorbedingung für die Ausgestaltung solcher neuer Methoden ist natürlich die Beschaffung eines reichhaltigen Beobachtungsmaterials, wie es Burrows und Fahy sowie Nusbaum über die magnetischen Eigenschaften von verschiedenen in Wasser und Öl gehärteten und dann bei 100°, 200° . . . 900° angelassenen Stahlproben beigesteuert haben und das auch allgemeines Interesse bietet. So ist wohl beispiels-

weise die von ihnen nachgewiesene und in Tabellen- und Kurvenform wiedergegebene eigentümliche Erscheinung, daß neben der Maximalinduktion auch die Remanenz von hartem Stahl durch das Anlassen steigt, letztere bei 500° Anlaßtemperatur ungefähr auf das Doppelte, um bei höheren Anlaßtemperaturen wieder zu sinken, während die bekannte Abnahme der Koerzitivkraft durch das Anlassen einem schwachen Wiederanstieg und einem niedrigen Maximum bei einer Anlaßtemperatur von etwa 600° weicht, bis jetzt wohl kaum bekannt und bedarf auch noch der näheren Erklärung.

Wirkliche praktische Erfolge scheint bisher die magnetische Untersuchung von Eisenbahnschienen, Gewehrläufen usw. auf Sprünge, Blasen, Schlackeneinschlüsse usw. geliefert zu haben. Sie beruht darauf, daß gleichzeitig mit der die Schiene umfassenden Magnetisierungsspule auch eine flache, mit dem ballistischen Galvanometer verbundene Induktionsspule längs der Schiene gleichmäßig hinweggeführt wird, welche die infolge der Ungleichmäßigkeiten innerhalb der Schiene austretenden Streulinien durch Galvanometerausschläge anzeigt, die photographisch registriert werden. Die genaue Untersuchung einer Schiene soll mit allen Vorbereitungen nur 25 min in Anspruch nehmen.

In diesem Zusammenhange dürfte übrigens auch die Tatsache Interesse erregen, daß gegen Ende des Krieges die Hilfe der Reichsanstalt zur Feststellung der Ursachen der Ungleichmäßigkeit des Materials stählerner Patronenhülsen auf magnetischem Wege mit vollem Erfolge von der Heeresverwaltung in Anspruch genommen wurde.

Jedenfalls verdienen diese neuen Methoden, wenn sie sich erst auch im Anfangsstadium der Entwicklung befinden, auch seitens der deutschen Technik besondere Beachtung.

[1]) Emil Beck, Ann. Phys. R 4, Bd 60, S 109. — [2]) Gust. Arvidson, Phys. Z. S 88. — [3]) H. Barkhausen, Phys. Z. S 401. — [4]) Kotarô Honda u. Junzô Ôkubô, Phys. Rev. R 2, Bd 13, S 6. — [5]) P. Weiß, Arch. sc. phys. et nat. R 5, Bd 1, S 169. — [6]) R. Dieterle, Diss. Tübingen. — Ann. Phys. R 4, Bd 59, S 343. — [7]) Th. Spooner, El. World Bd 74, S 4. — [8]) Franc P. Fahy, Chem. Met. Engin. Bd 19, Nr 5 u. 6, 1918. — [9]) A. Bursil u. H. Bedson, Phil. Mag. R 6, Bd 38, S 542. — [10]) Th. Spooner, El. World Bd 73, S 267. — [11]) Aug. Hund, Jahrb. drahtl. Telegr. Bd 13, S 462. — [12]) H. Faßbender, Jahrb. drahtl. Telegr. Bd 14, S 222. — [13]) Chr. Nusbaum, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 642. — [14]) G. Preuner u. L. Pungs, Verh. D. Phys. Ges. S 594. — [15]) O. v. Auwers, Z. anorg. Chem. Bd 108, S 49. — [16]) E. Gumlich, Ann. Phys. R 4, Bd 59, S 668. — [17]) M. B. Field, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 148. — ETZ S 571. — [18]) Proc. Americ. Soc. Testing Materials, Philadelphia Bd 19, Teil 2, 136 S — [19]) A. Wild, Faraday Soc (Ldn.) July 14. — Nature Bd 103, S 459. — [20]) N. J. Gebert, Jl. Amer. Steel Treador Soc. June 1919.

XV. Messung elektrischer Lichtquellen.

Von Privatdozent Dr.-Ing. N. A. Halbertsma.

Allgemeines. Ives[1]) gibt eine Zusammenstellung der Faktoren, welche die Genauigkeit der photometrischen Messung beeinflussen und deren nähere Untersuchung erwünscht ist, um photometrische Messungen genau und einwandfrei zu machen. — Im Anschluß an frühere Veröffentlichungen beschreibt Norden[2]) seine neueren Versuche über die Messung von Schatten, wobei er sich einer Skala verschiedener Grautöne bedient.

Photoelektrische Messungen. Hagenow[3]) hat die photoelektrischen Eigenschaften des Wolframs bei äußerst geringen Drucken untersucht. — Coblentz[4]) hat verschiedentlich die photoelektrische Empfindlichkeit des Molybdäns untersucht und berichtet hierüber gemeinsam mit seinen Mitarbeitern in drei Veröffentlichungen. — Die außerordentlich geringe Stärke des photoelektrischen

Stroms bei schwacher Beleuchtung bereitet u. U. erhebliche Schwierigkeiten. Deshalb hat Pike[5]) die aus der neueren drahtlosen Telegraphie bekannten Verstärkerröhren benutzt, um auch schwache photoelektrische Ströme zu messen. — Von Shinomiya[6]) liegt eine Abhandlung vor über die Farbenempfindlichkeit photoelektrischer Zellen. — Köhler[7]) berichtet über Ermüdungsmessungen an Selenzellen und glaubt, durch intermittierende Belichtung von Zellen einen Weg gefunden zu haben, die störenden Ermüdungserscheinungen zu vermeiden.

Photometer. Bloch[8]) beschreibt ein nach seinen Angaben gebautes Universalphotometer, das auch zur Bestimmung von Lichtdurchlässigkeiten und Reflexionsvermögen geeignet ist. Die Lichtquelle befindet sich in einer kleinen Ulbrichtschen Kugel. — Eine der letzten Arbeiten des im Berichtsjahre verstorbenen Leonhard Weber[9]) beschäftigte sich mit der erweiterten Anwendung seines Relativphotometers. — Thompson[10]) berichtet über die genaue Berechnung von Skalen für photometrische Apparate, Schmidt[11]) über Betriebsmessungen an Glühlampen mittels des Kugelphotometers. — Lux[12]) beschreibt ein Schwärzungsphotometer mit proportionaler Teilung, welches vorwiegend zur Ausmessung photographischer Negative bestimmt ist. — Neutrale Filter, welche das Licht im ganzen Spektrum gleichmäßig schwächen, bilden den Gegenstand einer Untersuchung von Forsythe[13]). — Eine Arbeit von Blondel[14]) befaßt sich mit dem Vergleich verschiedenfarbiger Lichtquellen und mit der Möglichkeit, Lichtströme objektiv ohne Zuhilfenahme des Auges zu messen. — v. Voß[15]) gab eine neue Vorrichtung zum Farbenausgleich bei photometrischen Messungen an. Die Vorrichtung bewirkt, daß die Vergleichsquelle beim Photometer stets dieselbe Intensität des Lichtes behält, während man die Farbe des Lichtes beliebig innerhalb der Grenzen blau, rot und grün ändern kann. Es ist hiermit ein neuer, aussichtsreicher Weg zur Lösung des Problems der verschiedenfarbigen Photometrie gegeben.

Verschiedenes. Luckiesh[16]) behandelt die Messung des Reflexionsvermögens und der Lichtdurchlässigkeit. — Rey[17]) beschreibt, wie man im Laboratorium die Lichtverteilung eines Leuchtturmes untersuchen kann. — Benford[18]) berichtet über die Einrichtung eines Versuchsfeldes für Scheinwerfer in den Vereinigten Staaten. — Die theoretischen Grundlagen für die Photometrie der Scheinwerfer, insbesondere die Frage der Gültigkeit des quadratischen Entfernungsgesetzes bilden den Gegenstand einer Arbeit von Gehlhoff[19]), sowie eines Aufsatzes von Gehlhoff und Schering[20]).

[1]) H. E. Ives, Jl. Franklin Inst. Bd 188, S 217. — El. Masch.-Bau S 582. — [2]) K. Norden, Z. Beleucht. S 11. — [3]) C. F. Hagenow, Phys. Rev. R 2, Bd 13, S 415. — [4]) W. W. Coblentz usw., Jl. Franklin Inst. Bd 188, S 263. — Phys. Rev. R 2, Bd 13, S 140, 154. — [5]) C. E. Pike, Phys. Rev. R 2, Bd 13, S 102. — [6]) T. Shinomiya, Astrophys. Jl. Bd 49, S 303. — [7]) F. Köhler, ETZ S 104. — [8]) L. Bloch, Jl. Gas Wasser S 355. — Z. Beleucht. S 64. — [9]) L. Weber, Z. Beleucht. S 8. — [10]) G. Thompson, Trans. Ill. Eng. Soc. S 286. — [11]) K. Schmidt, Helios S 313. — [12]) H. Lux, Z. Beleucht. S 68. — [13]) W. E. Forsythe, Phys. Rev. R 2, Bd 13, S 144. — [14]) A. Blondel, C. R. Bd 169, S 830. — [15]) v. Voß, Z. Beleucht. S 53. — [16]) M. Luckiesh, J. Opt. Society Americ. S 39. — [17]) J. Rey, C. R. Bd 169, S 616. — [18]) F. A. Benford, Gen. El. Rev. S 668. — [19]) Gehlhoff, Z. Beleucht. S 35. — [20]) G. Gehlhoff u. H. Schering, Z. Beleucht. S 83.

XVI. Elektrochemie.

(Wissenschaftlicher Teil.)

Von Prof. Dr. K. Arndt.

Leitfähigkeit. Nachdem durch die Forschung eines Menschenalters für eine sehr große Zahl von Salzen, Säuren und Basen in wässerigen und anderen Lösungen die Leitfähigkeiten festgelegt sind, bleiben noch besondere Fälle

von teils technischem, teils spezialwissenschaftlichem Werte zu bearbeiten. So haben H. M. Goodwin und W. G. Horsch[1]) die Leitfähigkeit von gesättigten, stark schwefelsauren Kupfersulfatlösungen bestimmt, welche für die Kupferraffination wichtig ist. Die Schwefelsäuregehalte ihrer Lösungen erstreckten sich von 0,15 bis 3,16 Grammäquivalent im Liter. — L. Gomez[2]) hat die Leitfähigkeit und Überführungszahl von Uranylnitrat gemessen. Innerhalb des Konzentrationsbereiches 0,0024 bis 0,074 fand er ein Minimum der Überführungszahl bei etwa 0,015 Mol im Liter. Aus der Gesamtheit seiner Messungen folgert er, daß oberhalb 0,07 der ganze Strom das Anion überführt, in welches das Metallradikal übergegangen ist, daß dagegen unterhalb 0,01 die zweiwertigen Kationen UO_2 auftreten. — Creighton und Way[3]) haben die Leitfähigkeit von Trimethyl-p-tolylammoniumjodid in 13 verschiedenen Lösungsmitteln untersucht. Sie fanden die Regel von Jones bestätigt, daß bei vergleichbaren äquivalenten Lösungen binärer Elektrolyte die Leitfähigkeit umgekehrt proportional dem Koeffizienten der inneren Reibung und proportional dem Assoziationsfaktor des Lösungsmittels ist. Freilich beeinträchtigen Assoziation des gelösten Stoffes und andere Einflüsse die genaue Erfüllung dieser Regel. Die Nernst-Thomsonsche Regel, daß das Lösungsmittel mit der größeren Dielektrizitätskonstante den gelösten Stoff stärker dissoziiert, gilt nur annähernd.

An den „flüssigen Kristallen“ von Ammoniumoleathydrat, auf deren Studium O. Lehmann[4]) bereits viele Jahre verwandte, hat er nunmehr auch die Ionenwanderung untersucht. Nach Zusatz von wässerigem Ammoniak elektrolysierte er die in eine Kapillare eingeschlossene schleimige Masse. — Günther Schulze[5]) maß den spezifischen Widerstand einer technisch bedeutsamen Gruppe von Silikaten, nämlich der sog. Permutite. Diese zur mineralogischen Klasse der Zeolithe gehörenden Stoffe haben die wichtige Eigenschaft, in Berührung mit Lösungen z. B. von Kalksalzen, ihre Base, z. B. Natron, gegen Kalk auszutauschen und umgekehrt, eine Eigenschaft, welche im großen zur technischen Wasserreinigung benutzt wird. Um nun über den elektrolytischen Dissoziationsgrad dieser Stoffe, bei denen, wie G. Schulze früher fand, nur das Kation mit dem Strome wandert, das Anion dagegen festliegt, etwas Näheres zu erfahren, hat G. Schulze nunmehr den spezifischen Widerstand einer größeren Anzahl von Permutiten gemessen. Er fand ihn bei den Alkalipermutiten um 1500 Ohm, bei den Erdalkalipermutiten um 9000 Ohm. Während Zink-, Kadmium- und Manganpermutit noch etwas schlechter leiten, Bleipermutit sogar überaus schlecht, zeigen die Permutite des dreiwertigen Eisens, Chroms und Aluminiums auffällig geringen Widerstand (320 bis 730 Ohm). Als er jetzt Gemische von Kalium- und Silberpermutit untersuchte, stimmte die beobachtete spezifische Leitfähigkeit mit dem nach der Mischungsregel berechneten Werte überein. Annähernd gilt dies auch für Natrium-Silberpermutit-Gemische, so daß diese Permutite als etwa gleich dissoziiert zu gelten haben.

Spannungsmessungen. L. W. Oeholm[6]) untersuchte die Kette Kupfer (oder Kupferamalgam) / Kupfersulfatlösung / Quecksilbersulfat / Quecksilber. Um den Einfluß von Verunreinigungen zu vermeiden, stellte er sich das Kupfer durch Elektrolyse her und bereitete aus diesem reinen Metall das Kupfersulfat. Er fand die EMK dieser Kette bis auf 0,1 mV reproduzierbar, wobei zu beachten ist, daß sich bei größeren Temperaturänderungen die EMK auf den Gleichgewichtswert nur langsam einstellt. Die gefundene EMK 0,3500 V stimmt mit dem nach dem Nernstschen Wärmetheorem berechneten Werte 0,3529 V befriedigend überein.

Die Zersetzungsspannung von Schwefelsäure (100 cm³ H_2SO_4 auf 1500 cm³ H_2O) ist von A. Noyes[7]) im Temperaturbereich 20° bis 190° gemessen worden. Er bediente sich der Knickpunktsmethode und schloß oberhalb 80° die Flüssigkeit in eine kalorimetrische Bombe ein. Es ergeben sich folgende Werte in Volt:

20°	30°	60°	80°	100°	120°	160°	190°
1,68	1,60	1,56	1,35	1,06	0,92	0,83	0,80

Elektrolytische Vorgänge an der Kathode. L. Ramberg[8]) untersuchte die Reduktion von Arsentrioxyd und Arsenpentoxyd zu Arsenwasserstoff. As_2O_5 wird an schwammiger Kathodenfläche viel rascher als an polierter Fläche reduziert. An Quecksilberkathode wird As_2O_5 schnell und vollständig zu AsH_3 umgewandelt. Dagegen ist zur Reduktion von As_2O_3 das Quecksilber nicht geeignet, weil sich festes Arsenamalgam bildet, das nur sehr langsam in AsH_3 übergeht; hier ist eine polierte Zinnkathode zu empfehlen. Diese Reduktion zu AsH_3 läßt sich zur maßanalytischen Bestimmung des Arsens verwerten.

Durch Elektrolyse von geschmolzenem wasserfreiem Yttriumchlorid hat J. F. G. Hicks[9]) pulveriges Yttriummischmetall hergestellt. Er arbeitete bei 900 bis 1100° mit 6 bis 10 A und 10 bis 13 V. Er konnte auch, ähnlich wie bei der Aluminiumerzeugung, eine Lösung von Yttriumerden in geschmolzenem Kryolith bei 1200 bis 1300° mit 55 bis 65 A und 12 bis 13 V elektrolysieren. Das gewonnene Metall enthielt Karbide, Oxyde und Eisen.

Elektrolytische Vorgänge an der Anode. Als Ersatz für das jetzt allzu teure Platin empfehlen P. Nicolardet und J. Boudet[10]) eine Golдlegierung (92% Gold, 5 Silber, 3 Kupfer), welche sie elektrolytisch mit Platin (3,5 mg auf 1 cm^2) bekleiden. — Das Verhalten einer Silberanode in Natronlauge untersuchte Fr. Jirsa[11]). Er stellte in Übereinstimmung mit früheren Beobachtern fest, daß Silberperoxyd Ag_2O_2, bei Gegenwart von Tellursäure sogar noch ein höheres Oxyd entsteht. Das Filtrat von der schwarzen Flüssigkeit war klar und enthielt diese Silberoxyde in kolloider Lösung. Bei Anwendung von Wechselstrom entstand nur Silberoxyd Ag_2O. — Fluor wurde von W. L. Argo, F. C. Mathers, B. Humiston und C. O. Anderson[12]) durch Elektrolyse von geschmolzenem Kaliumhydrofluorid hergestellt. Ein Kupfertiegel diente als Gefäß und Kathode, eine Graphitplatte als Anode. Sie erhitzten im el. Widerstandsofen gleichmäßig, entwässerten zunächst die Schmelze durch vorsichtige Elektrolyse und arbeiteten dann mit 10 A und 15 V bei 240 bis 250°. Anstatt des Kaliumfluorids konnten sie mit Vorteil das billigere und nicht wasseranziehende Natriumfluorid verwenden. — Fr. Fichter und Antonio Ruis y Mirò[13]) stellten Salze der Perphosphorsäure und Phosphormonopersäure her, indem sie mit Platinanode bei niedriger Stromdichte (0,02 bis 0,03 A/cm^2) in Gegenwart von Fluoriden arbeiteten. In konzentrierten Lösungen ist die Stromausbeute gut, wenn auf 1 Äquivalent Säure mindestens 2 Äquivalente Base zugegen sind. — A. Machado[14]) hat die Oxydation einer Graphitanode in verschiedenen Salzlösungen, besonders in Natriumchlorid, studiert. Den auffälligen Befund, daß in konzentrierten Chloridlösungen an einer Graphitanode mehr Sauerstoffgas entwickelt wird, als an einer Platinanode, obwohl jene erheblich oxydiert wird, erklärt er durch die Feststellung, daß die chemische Umsetzung des an der Anode entwickelten Chlors mit dem Wasser, wobei Salzsäure und Sauerstoff entstehen, durch den Graphit begünstigt wird.

Elektrochemische Vorgänge in Gasen. Die Vereinigung von Stickstoff und Sauerstoff im el. Flammenbogen, welche vornehmlich in Norwegen zur Salpetersäuregewinnung aus Luft verwertet wird, bietet noch manche Rätsel. E. Briner und Ph. Naville[15]) stellten fest, daß bei sehr kurzem Bogen zwischen Platinelektroden unter einem Drucke von weniger als 100 mm Quecksilber ein großer Stickstoffüberschuß die Stickoxydbildung begünstigt. Sie nehmen an, daß für die Berechnung des Gleichgewichtes zwischen Stickstoff, Sauerstoff und Stickoxyd das Massenwirkungsgesetz nicht auf die Moleküle, sondern auf die freien Atome des Stickstoffes und Sauerstoffes angewendet werden muß, weil die Reaktion zwischen den Atomen erfolgt. Die Bildung von Ammoniak im Hochspannungsbogen ist von E. B. Maxted[16]) studiert worden. Er stellte den Bogen zwischen Platindrähten in einer Glaskapillare her. Aus dem Gemisch von Stickstoff und Wasserstoff konnte er bei Atmosphärendruck durch rasches Abkühlen bis 1,7% Ammoniak gewinnen. Die gleiche Menge erhielt er auch, als er ein Gemisch mit 3% Ammoniak durch die Kapillare schickte. Unter den Versuchsbedingungen schien also 1,7% NH_3 dem Gleichgewicht zu

entsprechen. Erhöhen des Druckes um 0,1 bis 1 Atm. steigerte die Ausbeute. Erheblich größere Ammoniakausbeuten bis 5% erhielt E. Briner[17]), indem er das Gasgemisch kreisen ließ. Bei Stromstärken bis 0,02 A erhöhte das Abkühlen der den Lichtbogen umgebenden Schicht die Ausbeute nicht, wohl aber bei stärkerem Strom. Von der Entfernung der Elektroden hängt die Ausbeute nicht ab. Ein starker Stickstoffüberschuß ist günstig. Die leuchtende Schicht, welche bei 150 mm und weniger Druck die Elektroden umgibt und deren Länge mit wachsender Stromstärke und mit abnehmendem Drucke zunimmt, spielt bei der Vereinigung zu Ammoniak eine bedeutsame Rolle. Feuchtigkeit ist ohne Einfluß, dagegen etwas Sauerstoff vorteilhaft. Nächst Platin gaben Wolfram- und Kupferelektroden die besten Ausbeuten.

[1]) H. M. Goodwin u. W. G. Horsch, Met. Chem. Eng. Bd 21, S 181. — [2]) L. Gomez, Ann. soc. espan. Fis. Quim. II, 17, S 24. — [3]) Creighton u. Way (J. Franklin Inst. Bd 186, S 313. — [4]) O. Lehmann, Ann. Phys. Bd 57, S 244. — [5]) Günther Schulze, Z. Elchemie S 330. — [6]) L. W. Oeholm, Medd. Kgl. Vetenskaps-akad. Nobelinst. Bd 5. — [7]) A. Noyes, C. R. Bd 168, S 1049. — [8]) L. Ramberg, Lunds Universitets Arsskrift 14. — [9]) J. F. G. Hicks, J. Am. Chem. Soc. Bd 40, S 1619. — [10]) P. Nicolardet u. J. Boudet, Bull. Soc. Chim. Bd 23, S 387. — [11]) Fr. Jirsa, Z. Elchemie S 146. — [12]) W. L. Argo, J. Phys. Chem. Bd 23, S 348. — [13]) Fichter u. Rius y Mirò, Helv. Chim. Acta, Bd 2, S 3. — [14]) A. Machado, J. de Sciencias Mat. Fis. Nat. Lisboa, 3. Reihe, Nr 6. — [15]) E. Briner u. Ph. Naville, Helv. Chim. Acta Bd 2, S 348. — [16]) E. B. Maxted, Journ. Soc. Chem. Ind. Bd 37, S 105 u. 232. — [17]) E. Briner, Helv. Acta Chim. Bd 2, S 162 — J. Chim. phys. Bd 17, S 71.

XVII. Elektrophysik.

Elektrophysik. Von Dr. Walter Block, Berlin-Friedenau. — Elektromedizin und Elektrobiologie. Von Dr. Gustav Großmann, Wien.

Elektrophysik.

Von Dr. Walter Block.

Allgemeines. Elektrodynamik. Von dem großen, von L. Graetz[1]) herausgegebenen Handbuch der Elektrizität und des Magnetismus liegt eine neue Lieferung vor, die einen von M. Trautz bearbeiteten Abschnitt über galvanische Elemente enthält, nicht nur die Praxis der Elemente, sondern auch eine ausführliche Theorie mit Berücksichtigung der chemischen Vorgänge in ihnen; sodann bringt sie noch den von K. Baedeker bearbeiteten Abschnitt über Thermoelemente mit Literatur bis zum Jahre 1916.

Es liegen zwei neue zusammenhängende Darstellungen der Relativitätstheorie vor, die eine in populärer Form von W. Bloch[2]), die von der ursprünglichen Lorentz-Einsteinschen Theorie ausgehend bis zur allgemeinen Theorie hinführt, und auch ihre philosophischen und physikalischen Grundlagen behandelt, und eine neue erweiterte Auflage der streng wissenschaftlichen Schrift von M. v. Laue[3]), zunächst der erste Band über das Relativitätsprinzip der Lorentztransformation. — Von einzelnen Arbeiten sei zunächst eine von W. Pauli[4]) jun. erwähnt, die sich mit der mathematisch gehaltenen Theorie von Weyl beschäftigt, und ihre physikalischen Konsequenzen beleuchtet, und eine Arbeit von A. Einstein[5]), der darauf hinweist, daß die elektrischen Elementargebilde, die die Atome aufbauen, durch Gravitationskräfte zusammengehalten werden könnten. Das führt indessen bei der gegenwärtigen Theorie zu Schwierigkeiten und macht noch genauere Überlegungen und möglicherweise Abänderungen ihrer Gleichungen notwendig.

Von Arbeiten experimenteller Art über die Relativitätstheorie sei zunächst eine kurze Notiz von A. Einstein[6]) erwähnt, nach der die englische Sonnenfinsternisexpedition die von der Theorie verlangte Krümmung der Lichtstrahlen im Kraftfeld der Sonne tatsächlich festgestellt hat. Der zunächst vorläufig ermittelte Wert gibt 0,9 bis 1,8 Bogensekunden, während die Theorie 1,7 verlangt. — Mit der Verschiebung der Spektrallinien beschäftigen sich zwei Arbeiten. L. Grebe und A. Bachem[7]) stellen eine Rotverschiebung einer Stickstoffbande fest, deren genauere Untersuchung, insbesondere wegen Unsymmetrien der Linien, zu einem Wert in der Größe des Einstein-Effektes führt. — E. Freundlich[8]) trennt durch statistische Überlegungen bei Sternspektren den Doppler-Effekt von der Gravitationsverschiebung. Auch hier stellt sich die Rotverschiebung heraus. Allerdings führt dies zu recht unwahrscheinlichen Folgerungen über Masse und Entfernung der betreffenden Sterne, die indessen noch nicht ganz außerhalb der sonstigen Erfahrungen liegen. In einem allgemeinen Aufsatz untersucht er noch die experimentellen Prüfungsmöglichkeiten der Theorie, besonders auf astronomischem Gebiet. — Q. Majorana[9]) stellt die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit fest, indem er die Lichtquelle sehr schnell bewegt und ein von ihr erzeugtes Interferenzstreifensystem in einem Michelsonschen Interferometer beobachtet. — Sehr interessante Versuche veröffentlicht V. Crémieu[10]), der nachprüft, ob das Gravitationsfeld ruhender oder sehr schnell bewegter Massen auf das elektromagnetische Feld in ihrer Umgebung einen Einfluß hat. Er untersucht Änderungen der Feldstärke, der Induktion und polarisiertes Licht, konnte aber niemals einen Einfluß nachweisen, so daß also, wenn der Masse eine Eigenschaft des Äthers zugrundeliegt, diese Eigenschaft keinen Einfluß auf seine elektromagnetischen Eigenschaften hat.

In der immer noch strittigen Frage der absoluten Größe der Elektronenladung sind keine grundsätzlich neuen Gesichtspunkte hervorgetreten. Die meisten der sehr zahlreichen Arbeiten haben zurzeit Untersuchungen über die Größe der kleinsten verwendeten Teilchen zum Gegenstand, auf die weiter nicht eingegangen werde. Es sei nur auf eine allgemeinere Arbeit von R. Fürth[11]) verwiesen, der die vorhandenen Möglichkeiten der Lösung diskutiert und zu dem Ergebnis kommt, daß nur eine Annahme der Elektronengröße in der bisherigen Weise, und eine beliebige Teilbarkeit der positiven Elektrizität mit allen bisherigen Erfahrungen verträglich sei, besonders wenn man auch andere Gebiete hinzuzieht. — A. Millikan[12]) hat eine Schrift allgemeiner Art über Elektronen veröffentlicht, in der in der üblichen Weise fast nur die englische Literatur und seine eigenen Arbeiten erwähnt werden. — In dem 5. Band des Marxschen[13]) Handbuchs der Radiologie ist eine allgemeine Abhandlung von A. Bestelmeyer über die spezifische Ladung des Elektrons enthalten.

Allgemeine Betrachtungen über das elektrische und magnetische Feld, ihre Analogien und Unterschiede, veröffentlicht A. Mandl[14]). Er betont besonders das den Elektroingenieur Interessierende. — A. Korn[15]) schließt seine Abhandlungsfolge über eine mechanische Theorie des elektromagnetischen Feldes mit zwei Aufsätzen ab. Er behandelt darin die magnetooptischen Erscheinungen, den Fizeau- und Michelsonversuch und gibt eine neue Strahlungstheorie, die zu einer der Planckschen sehr ähnlichen Strahlungsformel führt. — E. Beck[16]) wiederholt die Einsteinschen Versuche zum Nachweis der Ampèreschen Molekularströme mit einem verbesserten Apparat, er erhält den Effekt bei verschiedenen Stoffen aber nur in 50% der Größe, ein Unterschied, der nicht erklärlich ist (vgl. S. 184). Auch S. J. Barnett hat kleinere Werte erhalten, wenn auch nicht ganz so kleine, während die von J. Q. Stewart wieder in der Größe mit denen von Beck übereinstimmen. — W. Burstyn[17]) zeigt, wie man den Lichtbogen als Polsucher verwenden kann, der sich wie ein aus der Kathode austretender Wasserstrahl verhält. Ein Bogen zwischen Spitze und Platte folgt der Bewegung der Spitze nur dann, wenn diese Kathode ist, andernfalls erlischt er. — Eine allgemeine Arbeit über die Elektrodynamik von Strahlerkreisen veröffentlicht K. W. Wagner[18]). Er vergleicht die wichtigsten Strahler-

gebilde mit einem an beiden Enden belasteten Kabel. Durch Kettenleiterschaltungen mit Kondensatoren und Drosseln kann man Strahler leicht nachbilden. Er untersucht auch die Eigenschaften und Eigenwellen an kapazitativ verkürzten Strahlern, solchen mit Endkapazität, und die mit einem Zwischenkreis gekoppelt sind. Die in diesem letzten Fall gebräuchliche Anwendung der Begriffe aus der Theorie der gekoppelten Schwingungen geschlossener Kreise wird untersucht (vgl. S. 150/1).

Die Theorie des Hall-Effekts endlich behandelt G. Borelius[19]). Er geht davon aus, daß er nicht durch die gleiche Energieverteilung zwischen Leitungselektronen und Metallatomen zu erklären ist, sondern durch die Eigenschaften der Metallatome bedingt ist. Er findet eine Beziehung zwischen magnetischer Suszeptibilität und Hall-Effekt, die auch die positiven und negativen Vorzeichen in seinem Koeffizienten erklärt, was der klassischen Theorie nicht möglich ist.

Elektrostatik. Die Beziehungen zwischen kontaktelektromotorischen Kräften und lichtelektrischen Vorgängen auf Grund der Einsteinschen lichtelektrischen Gleichung untersucht R. A. Millikan[20]). Er findet sie im Gegensatz zu anderen Untersuchungen bestätigt. Es bestätigt sich die Unabhängigkeit der kontaktelektromotorischen Kraft von der Temperatur gemäß jener Gleichung, ebenso wie die Tatsache der Unabhängigkeit der lichtelektrischen Elektronenemission von der Temperatur der Substanz.

Mehrere Arbeiten haben die Vorgänge beim Strömen von Flüssigkeiten zum Gegenstand. So werden die Abhandlungen von G. Christiansen[21]) über die sog. Balloelektrizität abgeschlossen, und einige Versuchsergebnisse mitgeteilt. — D. Holde[22]) berichtet über die Elektrizitätserregung beim Strömen von Benzin durch Röhren, die im wesentlichen von der Reibung an der Rohrwand herrührt; diese Ladungen werden sehr leicht abgegeben, so daß sie einfach zu beseitigen sind. Voraussetzung für ihr Entstehen ist übrigens Trockenheit der Luft. Es sind Ladungen bis zu 4000 V beobachtet worden. — Auf eine für die Verflüssigung von Gasen nach dem Joule-Thomson-Effekt vorliegende Möglichkeit weist W. Meißner[23]) hin, daß man nämlich die entstehende kinetische Energie in potentielle elektrische umwandelt, die man nach außen ableitet. Das ist allerdings nur für elektrisch nicht leitende Flüssigkeiten möglich. Über die praktische Verwendbarkeit des Vorschlags und die dabei mögliche Erhöhung des Nutzeffekts sind indessen noch keine Angaben zu machen.

Die Gesetze der Lichtenbergschen Figuren haben mehrere Arbeiten von P. O. Pedersen[24]) und K. Przibram[25]) zum Gegenstand. Jener berichtet ausführlich über die Vorgänge beim Entstehen und die verschiedenen möglichen Typen, unter denen er drei Arten unterscheidet, und über ihre Ausbreitungsgeschwindigkeit, die in der Größenordnung von 10^7 cm liegt. Als praktisches Ergebnis folgt daraus ein Verfahren zur Messung sehr geringer Zeitunterschiede bis zu 10^{-9} s. Dieser geht mehr auf die Theorie der Vorgänge ein. Er findet, daß die polaren Unterschiede der Figuren mit zunehmender Elektronenaffinität der Gase abnehmen. Je rascher die Molisierung erfolgt, desto geringer ist der Unterschied zwischen den positiven und negativen Elektrizitätsträgern.

Thermoelektrizität. G. Gehlhoff und F. Neumeier[26]) finden, daß zwischen festem und flüssigem Quecksilber eine Thermokraft besteht; die Wiedemann-Franzsche Zahl erleidet am Schmelzpunkt einen starken Sprung, im entgegengesetzten Sinn wie Wärme- und el. Leitvermögen. — Ähnlich findet K. Siebel[27]), daß bei Kalium-Natriumlegierungen eine vom flüssigen zum festen Teil gerichtete Thermokraft vorhanden ist. Auch die Widerstandskurve erhält eine starke Verschiebung mit einer Zunahme des Widerstandes um 234%. — Im Zusammenhang damit steht eine Arbeit von E. Sedström[28]), der die thermoelektrische Methode für recht geeignet zur Untersuchung fester Lösungen hält. Hierfür bringt auch eine Abhandlung von G. Borelius[29]) reiches Material. Bemerkenswert ist, daß er findet, daß die Abhängigkeit der Thermokraft von der Konzentration nicht durch Kurven, sondern durch gerade Linien darstellbar ist, mit Knicken an den Stellen, wo die Atomprozente der Komponenten in einfacher

Proportion stehen. Er untersucht auch den Einfluß der Bearbeitung und Oberflächenbeschaffenheit auf die Thermokräfte, und will die von Benedicks gefundenen Erscheinungen, die an eine Einschnürung des Leiters oder eine Berührung gebunden sind, so erklären können. — Auch H. Haga und F. Zernike[30]) beschäftigen sich mit der von diesem gefundenen Thermokraft bei unsymmetrischer Temperaturverteilung. Bei zwei sich kreuzenden Quecksilberstrahlen, von denen der eine erhitzt war, und Temperaturgefälle von 300° auf 0,01 mm auftrat, war ein solcher Effekt nicht nachweisbar, was um so wichtiger ist, als bei flüssigem Quecksilber eine Strukturänderung durch Erwärmen nicht eintritt.

Den Thomsoneffekt an glühenden Drähten untersucht genauer O. Hartleb[31]), muß indessen feststellen, daß die bisherigen Versuchsmethoden und die Theorie für seine strenge Behandlung noch nicht ganz ausreichen. — Eine experimentelle Untersuchung des Peltiereffekts an den Thermoelementen Kupfer-Quecksilber und Quecksilber-Nickel liefert P. Terpstra[32]).

Endlich bestimmt M. Pécheux[33]) die Thermokraft von Wolfram gegen Kupfer und findet bei ihr einen Umkehrpunkt bei 39° C.

Metallische Leitung. Von Arbeiten im wesentlichen praktischer Art seien folgende erwähnt: Über Aluminium berichten W. Jaeger, K. Scheel und L. Holborn[34]). Sie finden einen spezifischen Widerstand von 0,0308 Ω mit einem Temperaturkoeffizienten von 0,0037. — Der Gehalt an Kohlenstoff bewirkt, wie R. Apt[35]) mitteilt, eine Verschlechterung der Leitfähigkeit, setzt aber die Festigkeit herauf. Ein Zusatz von Eisen und Silizium in gewissen Grenzen hat keinen praktischen Einfluß. — Für Molybdän findet E. C. Blom[36]) den spez. Widerstand im $\Omega/cm^3 \cdot 10^7$ zu $44 + 0{,}177\,t + 0{,}000053\,t^2$. — L. Holborn[37]) teilt eine sehr umfangreiche Zahlenreihe über die Widerstände und Temperaturkoeffizienten an Metallen in verschiedenen Reinheitsstufen mit. C. Benedicks[38]) untersucht den Widerstand von natürlichem und künstlichem Meteoreisen mit verschiedenem Nickelgehalt, Versuche, die für die Theorie der elektrischen Leitung von Wichtigkeit sind. — Bei vertikal gespannten Kupferdrähten findet S. R. Williams[39]) Unterschiede im Widerstand von 0,01 bis 0,02% je nach der Stromrichtung. Das erklärt sich durch Ungleichmäßigkeiten in der Zugbeanspruchung, was zu Peltiereffekten Veranlassung gibt, und so Widerstandsänderungen bewirkt. E. D. Campbell[40]) untersucht die Widerstände von einer Anzahl Stahlsorten und ihre Abhängigkeit von der Behandlung. Seine Ergebnisse entziehen sich einer gekürzten Wiedergabe.

Den Widerstand von Sammelschienen aus Kupfer prüft ein ungenannter Verfasser[41]) mit Wechselstrom, der sehr starke Abhängigkeit von der Periodenzahl bei einem großen Rechteck fand, das aus rechteckigen Schienen gebildet wurde. Die Stromdichte in den Ecken ist dabei wohl die Ursache. Praktisch zeigt sich, daß gegebenen Falles Röhren günstiger sind. — Ähnliche Untersuchungen an Eisenleitern stellt L. Truxa[42]) an, indessen in wesentlich theoretischer Art. Er erhält Formeln für den scheinbaren Ohmschen Widerstand und die sog. äquivalente Permeabilität. Auch der Hystereseverlust läßt sich berücksichtigen.

Es sei noch auf eine rein theoretische Arbeit von A. E. Caswell[43]) hingewiesen, der die Elektronentheorie der Metalle, hauptsächlich metallische Leitung und Thermoelektrizität, weiterzuführen versucht.

Dielektrika. Von allgemeinen Arbeiten über Dielektrika sei zunächst eine theoretische Untersuchung von O. Klein[44]) erwähnt, die, an die Debyesche Theorie anknüpfend, neue Formeln für die Dielektrizitätskonstanten von Lösungen aufstellt. Experimentelle Untersuchungen bestätigen seine Gleichungen sehr gut. Auch die Temperaturabhängigkeit der Dielektrizitätskonstanten von Wasser wird zutreffend wiedergegeben. Interessant ist, daß eine seiner Konstanten anscheinend mit der einen Konstante der van der Waalsschen Zustandsgleichung für Gase übereinstimmt. — Auch zwei Arbeiten über die Abhängigkeit jener Konstanten von der Temperatur bei Gasen knüpfen an diese Theorie an. M. Jona[45]) findet die Theorie wohl zum Teil bestätigt, aber nicht immer erfüllt, indessen lassen sich diese Unterschiede unschwer erklären. Auch der Zu-

sammenhang mit dem Brechungsexponenten ist gemäß der Theorie erfüllt. Abweichungen z. B. bei Wasserdampf sind nach den Rubensschen Messungen der Absorption vorauszusehen. Nach H. Riegger[46]) läßt sich teilweise bei manchen Gasen nach den einfachen Ausdehnungsgesetzen die Temperaturabhängigkeit vorausberechnen, bei Kohlenoxyd aber beispielsweise nicht.

E. Kennelly und R. J. Wisemann[47]) untersuchen die Abhängigkeit der elektrischen Festigkeit dünner Isolierschichten von der Elektrodenfläche und finden, daß bei Unterteilung der Elektroden eine scheinbare Abnahme bis zu einem Grenzwert eintritt. Für praktische Versuche wird daher eine Festlegung der Elektrodengröße und Form sich notwendig erweisen. — E. A. Bateman[48]) teilt eine Reihe von Versuchsergebnissen an Preßspan und Paraffinöl mit, auch über die Abhängigkeit ihrer Festigkeit von der Temperatur. — T. Peczalski[49]) untersucht den Einfluß von Wasserstoff auf die Leitfähigkeit der Kohle, und kann bei normalen Temperaturen und Drucken bis zu 33 Atm. keine feststellen. Wohl aber nimmt sie beim Glühen Wasserstoff auf unter Erhöhung des Widerstands, der auch beim Abkühlen erhalten bleibt. — P. H. Bruce[50]) findet, daß bei Magnesia und Porzellan der Widerstand bei Stromdurchgang allmählich abnimmt. Magnesia hat den größeren Widerstand, verliert aber auch mehr davon. Er beobachtet dabei auch elektrolytische Erscheinungen mit einer Gegen-EMK von 0,7 V.

Eine mehr theoretische Untersuchung über die Dielektrizitätskonstante von Mischkörpern veröffentlicht F. Banneitz[51]). Bei Zylindern, die senkrecht zu den Kraftlinien eingebettet sind, ist bei verschiedenen Mischungen Übereinstimmung mit der Theorie nach der Wienerschen Formzahl vorhanden. Bei enger Anordnung stellen sich merkliche Unterschiede heraus, die es notwendig machen, die rechnerischen Grundlagen der Theorie strenger durchzuführen. — Die Dielektrizitätskonstante von Papier untersuchen H. C. P. Weber und T. C. Mc Key[52]). Sie prüfen die Temperaturabhängigkeit und den Einfluß des Trocknungsmittels bei Ammoniumstearat, Montan- und Karnaubawachs. Obwohl diese von der Temperatur sehr wenig abhängig sind und verhältnismäßig kleine Konstanten haben, hat das so getränkte Papier einen sehr starken Temperaturkoeffizienten und eine viel höhere Konstante. Eine Tränkung mit Zeresin oder Paraffin macht es merklich temperaturunabhängiger. — Natürliche und künstliche Edelsteine unterscheiden sich, wie R. Fellinger[53]) zeigt, in ihren Dielektrizitätskonstanten fast gar nicht. Er prüft das am Topas, Beryll, Rubin, Saphir, bei diesem auch an synthetischen Steinen, und Bernstein. Diese Konstante kann also nicht zur Unterscheidung von Nachahmungen dienen.

Widerstandsänderung von Selen. Von Ch. Ries[54]) liegt eine ausführliche Zusammenstellung der theoretischen und praktischen Untersuchungen von Selen vor, mit ausführlichen Literatur- und Patentnachweisen bis Anf. 1918. Man sieht deutlich, wie weit man noch von einer genaueren Bekanntschaft mit den Eigenschaften von Selen entfernt ist, und wie widersprechend die Einzelergebnisse untereinander sind. Der gleiche berichtet auch noch gesondert kurz über die Farbenempfindlichkeit von Selenzellen. Eine zweite Zusammenstellung der Kenntnisse über Selenzellen hat W. R. Cooper[55]) angefertigt.

Über Ermüdungsmessungen an Selenzellen berichtet F. Köhler[56]). Man kann normale Selenzellen zu technischen Lichtmessungen verwenden, wenn man zwischen zwei Messungen eine der Größenordnung nach von der Lichtstärke abhängige Erholungszeit einschaltet. Andernfalls muß man mehrere gleichartige Zellen wechselweise benutzen. Die Erholungszeit muß bis zu 15 min ausgedehnt werden, bei einer Beleuchtung von 200 Lux.

Wechselstrom und Hochfrequenz. Zunächst seien einige Arbeiten allgemeiner Art erwähnt. A. Esau[57]) berechnet den Selbstinduktionskoeffizienten von Spulen rechteckigen und quadratischen Windungsquerschnitts bei nebeneinander liegenden Windungen. Er teilt für die wichtigsten praktischen Abmessungen Tafeln und Kurven mit, die wohl alle vorkommenden Fälle umfassen. Eine

experimentelle Nachprüfung bestätigt die Rechnungen innerhalb 2%. — Das Problem der Wellenfortpflanzung in geschichteten Medien findet drei Bearbeitungen. R. Emden[58]) behandelt es für ein Medium, das sich nach einer Exponentialfunktion ändert und untersucht in der Hauptsache die darin mögliche Reflexion der Wellen. Ähnliche Fragen behandelt J. Wallot[59]). R. Bach[60]) berechnet die Vorgänge in lamellierten Körpern, insbesondere Eisenpaketen und das Auftreffen elektromagnetischer Wellen auf ein solches. — W. Arkadiew[61]) prüft die Absorption von Wellen in zwei parallelen Drähten. Die gefundenen Absorptionskoeffizienten unterscheiden sich nur wenig von den berechneten, nach einem Exponentialgesetz abnehmenden Werten. Die gefundene Fortpflanzungsgeschwindigkeit stimmt mit der berechneten überein. Bei magnetisierbaren Drähten ergab sich ein schnellerer Abfall der Permeabilität für kürzere Wellen. Wellenlängen von einigen Millimetern geben diese zu Eins, womit der Anschluß an die langwelligen optischen Strahlen von Rubens gefunden wird. — E. Taylor-Jones[62]) untersucht die Sekundärspannung in einer Hochspannungsmagnetmaschine für Magnetzündung und gelangt zu einer einfachen Formel für das maximale Potential. Seine Angaben enthalten alle für die Praxis wichtigen Bedingungen. Der Wirkungsgrad solcher Maschinen ist sehr gering. — Der gleiche Verfasser[63]) zeigt an einer Reihe oszillographischer und Drehspiegelaufnahmen den Charakter der Entladungen eines Induktoriums von dem Gesichtspunkt aus, daß der Anfangsfunke eine Entladung statischer Elektrizität ist, der sich dann ein aperiodischer Strom überlagert, dem sich wiederum ein oszillatorischer Strom mit der Periode des Systems überlagert. Besonders interessant ist der Fall der Entladung in einem Röntgenrohr, wobei unter Umständen ein entgegengesetzt gerichteter Strom auftritt.

Über die Vorgänge beim Einschalten von Leitungen und die Fortpflanzung von Wanderwellen führt W. Rogowski[64]) seine Arbeiten weiter. Er untersucht die Eigenschaften einer Spule aus drei Windungen und endlich die einer flachen Spule mit vielen Windungen, und stellt dabei auch seine bisherigen wichtigsten Ergebnisse zusammen. In einer besonderen Arbeit stellt er dann die Unterschiede seiner Ergebnisse und der Anderer klar, insbesondere gegenüber Lenz. Auch teilt er mit, wie sich auf Grund einfacher Überlegungen die Wirkung einer Spule als Spannungsschutz übersehen läßt. Daneben veröffentlicht er eine Arbeit über die Unterschiede zwischen Litze und massivem Draht, und berechnet die Wellenlänge, von der ab der Widerstand einer Litze dem eines querschnittgleichen Drahtes überlegen ist, desgl. die Wellenlänge für das Widerstandsminimum, und die Abhängigkeit des Widerstands einer Litzenspule von der Drahtzahl. — L. Dreyfuß[65]) wendet die Ergebnisse von Rogowski auf besondere Fälle an und untersucht besonders den, wenn beim Einschalten die beiden Schaltmesser nicht gleichzeitig eingreifen. — R. Holm[66]) führt die Theorien von Poincaré und K. W. Wagner weiter und prüft die Fortleitung schnelltelegraphischer Zeichen auf pupinisierten Leitungen, und den Einfluß nicht Ohmscher Widerstände in den Ableitungen. — E. B. Brown[67]) behandelt praktisch und theoretisch den Fall, daß eine Drosselspule und ein induktionsfreier Widerstand in Reihe an eine Wechselspannung angelegt werden; wird zu der Drosselspule ein induktionsfreier Widerstand parallel geschaltet, so tritt unter gewissen Bedingungen eine Verminderung der Stromstärke ein.

Über Probleme an Kabeln arbeitet M. Swyngedauw[68]). Er prüft experimentell das Verhalten eines bleiarmierten Kabels gegenüber der für das Auftreten von Überspannungen wichtigen dritten Harmonischen. Das armierte Kabel verhält sich ganz erheblich anders wie das freie, und besonders eine Stahlarmierung hat wesentlichen Einfluß. Auch läßt sich das Versuchsergebnis von kurzen Kabeln (etwa 8 m) nicht auf lange übertragen, die im allgemeinen merklich günstiger ausfallen, ganz abgesehen von dem merkbaren Einfluß des Erdbodens. Eine Untersuchung über die Energieverluste im Dielektrikum führt zu dem Ergebnis, daß ein belastetes Kabel Überspannungen um so besser verträgt, je niedriger seine Temperatur ist.

Endlich seien zwei Arbeiten über Leitungen erwähnt. G. F. C. Searle[69]) berechnet den Widerstand eines Netzes, das aus zwei Drähten besteht, die an einer Anzahl von Punkten durch Querleitungen verbunden sind, und G. Grabscheid[70]) berichtet über die Erhöhung von Spannungswellen an Diskontinuitätspunkten von Freileitungen, wozu auch Änderungen des Querschnitts, Änderungen des Abstandes vom Boden und Führung der Leitungen auf dem Gestänge und Abzweigung einer Leitung davon gehören.

Über die Meßergebnisse an dem Dessauerschen[71]) Hochspannungstransformator ist ein Streit zwischen ihm und J. E. Lilienfeld entstanden, der wohl noch nicht abgeschlossen ist. Es handelt sich dabei im wesentlichen um die Fragen der Funkenschlagweite, die Spannungsmessungen, die Ionisation und die Absorptionsmessungen. — P. Girault[72]) behandelt die ungleiche Stromverteilung in den Niederspannungswicklungen von Transformatoren zu elektrometallurgischen Zwecken. Der Fall stimmt mit der Stromverteilung in den einzelnen Schichten einer leitenden Platte unter dem Einfluß des Hauteffekts überein. Die Ströme können im Kurzschlußversuch gemessen werden. Es wird gezeigt, wie man durch symmetrische Anordnung den Übelstand vermeiden kann.

Von Untersuchungen über den Lichtbogen seien solche von E. Bräuer[73]) erwähnt, der seine Charakteristik, um die thermischen Einflüsse auszuschalten, oszillographisch aufnimmt; er findet daneben, daß das Zischen beim Bogen eintritt, sobald die anodische Stromdichte einen gewissen Betrag überschreitet. — P. O. Pedersen[74]) veröffentlicht eine umfangreiche Theorie und zahlreiche Versuche über den Poulsenbogen, worin er die Barkhausensche Theorie ablehnt und durch nahezu entgegengesetzte Annahmen Übereinstimmung erzielt.

Mit Funkenentladungen beschäftigt sich F. Beauleard de Lenaizan[75]), der ausführliche Tabellen über Funkenlänge, Widerstände und Potentiale unter verschiedenen Bedingungen mitteilt. — E. Meyer[76]) untersucht den Einfluß eines transversalen Magnetfeldes auf den Funken, und findet die Townsendsche Theorie, wonach ein solches in seiner Wirkung der Drucksteigerung des Gases gleich ist, nicht bestätigt. — E. R. Wolcott[77]) stellt fest, in welcher Weise dielektrische Massen in der Nähe einer Funkenstrecke die Durchbruchsspannung herabsetzen. Das kann in einzelnen Fällen bis über die Hälfte der Spannung ausmachen. Es ist das für die Verfahren von Bedeutung, bei denen feste Teilchen aus Gasen abgeschieden werden. Allmählich muß der Wirkungsgrad solcher Anlagen sinken.

Von Arbeiten, die im wesentlichen sich mit Funkentelegraphie beschäftigen, sei zunächst eine von H. Weyl[78]) genannt, der das bereits von Sommerfeld gelöste Problem der Wellenausbreitung in einem ebenen Leiter mathematisch einfacher und vollständiger behandelt. — G. Preuner und L. Pungs[79]) stellen fest, daß für Hochfrequenzzwecke schon ein Überzug von 0,03 bis 0,04 mm Kupfer auf Eisen genügt, um das Eisen zum größten Teil abzuschirmen. Ein Zinküberzug muß etwa 0,1 mm stark sein (s. S. 187). — A. Meißner[80]) bespricht die Bedeutung der Röhrensender und die Bedingungen, die an sie zu stellen sind (s. S. 154). — P. Bouvier und Chireix[81]) berichten über ihre Arbeiten über die Resonanzverhältnisse in den Niederfrequenzkreisen der drahtlosen Telegraphie und ihre Meßmethoden, und endlich veröffentlichen M. Abraham, H. Rausch v. Traubenberg und J. Pusch[82]) ein Verfahren zur praktischen Messung der Leitfähigkeit des Erdbodens an Ort und Stelle durch ein Lechersches Drahtsystem mit Hitzdrahtamperemeter. — E. V. L. Appleton[83]) gibt eine Theorie der Elektronenröhre als Schwingungserzeuger im Anschluß an die Theorie des Poulsenbogens.

Endlich seien zwei Arbeiten über Detektoren und Gleichrichtewirkungen erwähnt. A. Székely de Doba[84a]) versucht, die bisherigen Ergebnisse vom elektrochemischen Standpunkt zu ordnen, wonach infolge einer Wasserschicht die Wirkung eine Polarisationserscheinung sein soll. Das wird an Hand der Erfahrung, infolge Einwirkung stärkerer Ströme und Erwärmung begründet.

Die Charakteristik eines Detektors ist die eines polarisierten Elementes. Auch M. J. Huizinga[84b]) kommt zu ähnlichen Ergebnissen, die er beim Molybdänglanzdetektor nachweist.

Elektronentheorie. Die weitaus meisten Arbeiten allgemeiner Art knüpfen an das Bohrsche Atommodell an und suchen seine Theorie zu verbessern oder zu vervollständigen. Es seien nur einige wichtige Arbeiten erwähnt. J. Franck u. G. Hertz[85]) berichten über die Bestätigung jener Theorie im optischen Spektrum durch Untersuchung der unelastischen Zusammenstöße langsamer Elektronen mit Gasmolekülen, weisen auf die bereits gut bewiesenen Teile der Theorie hin und auf die nach jenem Verfahren einem Beweis noch zugänglichen. — Eine Arbeit von F. Horton u. A. C. Davies[86]) sucht einen Widerspruch der Theorie gegen die bisherigen Messungen der Ionisierungsspannung von Helium aufzuklären, was ihnen auch in guter Übereinstimmung gelingt.

In einer ausführlichen Arbeit bespricht A. Becker[87]) kritisch die verschiedenen Methoden zur Messung der Elektronenaustrittsgeschwindigkeiten von allgemeinen theoretischen Gesichtspunkten aus und wendet dann seine Ergebnisse auf das vorliegende Material an. — P. Lenard[88]) führt seine Arbeiten über Elektrizitätsleitung durch freie Elektronen und Träger weiter und veröffentlicht Untersuchungen über die Wanderungsgeschwindigkeiten kraftgetriebener Partikel in reibenden Medien. Das ist von besonderer Wichtigkeit für die Arbeiten über die Elektronengröße von Ehrenhaft und anderen. — P. S. Epstein[89]) erscheinen die Grundlagen, die zur Aufstellung der wichtigen Child-Langmuirschen Gleichung über die Proportionalität zwischen Stromstärke und $\frac{2}{3}$-Potenz der Potentialdifferenz in Glühkathodenröhren geführt haben, noch nicht sicher genug und er gibt eine strenge Ableitung für sie, die in erster Näherung mit ihr übereinstimmt.

Über Glühelektronen liegen eine Reihe von Arbeiten von M. v. Laue und W. Schottky[90]) vor, die sich damit beschäftigen, wie die Elektronen als ein Gas bzw. eine Wolke im thermodynamischen Sinne anzusehen sind, und wie weit deren Gleichungen für Elektronen gelten. Jener weist noch in einer weiteren Arbeit auf neue noch mögliche Versuche an Glühelektronen hin, was man aus ihnen entnehmen kann, und gibt gleichzeitig ihre Theorie. — Eine Verbindung der thermischen mit der lichtelektrischen Elektronenemission sucht A. Becker[91]). Die Geschwindigkeitsverteilung der lichtelektrisch von einheitlicher Wellenlänge und der thermisch ausgelösten Elektronenemission besitzt weitgehende Verschiedenheiten, wenn auch der Charakter derselben qualitativ ähnlich ist. Der Zusammenhang zwischen der von einem glühenden Metall thermisch ausgelösten Elektronenmenge und dessen Temperatur ist angenähert derselbe wie der zwischen der aus einem Metall lichtelektrisch ausgelösten Menge und der Temperatur des belichtenden Körpers. Der Absolutwert der wahrscheinlichsten und damit aller Austrittsgeschwindigkeiten der aus Platin bei Bestrahlung mit weißem Licht bestimmter Temperatur lichtelektrisch ausgelösten Elektronen ist identisch mit demjenigen der bei derselben Temperatur thermisch ausgelösten Elektronen. — Auch C. F. Hagenow[92]) versucht Parallelen zu ziehen, und zwar zwischen den Vorgängen bei den kleinsten erreichbaren Gasdrucken. Bei diesen wird der Photostrom des Metalls konstant. Bei Glühelektronen war eine Abhängigkeit vom Gas vorhanden. Die Versuche wurden an Wolfram ausgeführt.

O. Stuhlmann jr.[93]) untersucht die lichtelektrische Elektronenemission und Absorption durch Platin und Silber bei ganz dünnen Schichten, und glaubt aus seinen Messungen auf die Verhältnisse bei molekularer Schichtdicke extrapolieren zu können. Wegen der Einzelheiten muß auf die Arbeit selbst verwiesen werden. — M. Ernst[94]) prüft den Einfluß der Gase auf die Vorgänge. Es scheint, als ob die beobachteten Effekte durch die Elektronenemission der vom Metall gelösten Gase entstehen, nicht durch absorbierte Gase. — E. K. Pike[95]) unter-

nimmt es, den lichtelektrischen Strom durch ein Verstärkerrohr zu verstärken, um ihn besser der Messung zugänglich zu machen, und verwendet Verstärkungen bis zum 5000 fachen. — Endlich berichtet J. B. Dérieux[96]) über den lichtelektrischen Effekt an Hg-Tröpfchen, wie sie zu den Millikan-Ehrenhaft-Versuchen verwendet werden. Bei Bestrahlung mit ultraviolettem Licht kann man bei genügender Abschwächung der Intensität erreichen, daß nicht mehr als ein Elektron von einem Tröpfchen gleichzeitig abgespalten wird. Daneben sei erwähnt, daß er den gleichen Wert für das Elementarquantum findet, wie Millikan.

Kathoden- und Kanalstrahlen. Neben dem schon früher erwähnten Bericht in Marx[13]), Handbuch der Radiologie, Bd. 5, sei ein Bericht von H. Baerwald über die Luminiszenzerregung durch Kanalstrahlen erwähnt, und eine ganz besonders wichtige Arbeit von P. Lenard[97]) über Quantitatives über Kathodenstrahlen aller Geschwindigkeiten. Sie faßt die ungeheure darüber entstandene Literatur einheitlich zusammen und schält aus ihr die recht wenigen brauchbaren Arbeiten neben den vielen bedeutungslosen und irreführenden heraus, um das bisher gesicherte Tatsachenmaterial festzustellen. Die Arbeit dürfte wohl als die Grundlage anzusehen sein, auf der alle weiteren Arbeiten auf diesem Gebiet aufzubauen haben. Einen Bericht über diese bringt ein allgemeinverständlicher Aufsatz von R. Seeliger[98]).

E. Goldstein[99]) beschreibt eine Fülle neuer Entladungsvorgänge und Lichterscheinungen im Magnetfeld an Entladungsröhren. Es sei auch hier die von F. Schroeter[100]) gefundene Glimmlichtlampe erwähnt, die auf der niedrigen dielektrischen Kohäsion von Neon beruht, das schon bei 150 V Entladungen gestattet. — E. Rumpf[101]) mißt die Polarisation in Geißlerröhren, die wenig von der chemischen Natur der Metalle, sondern in der Hauptsache von ihrer Oberflächenbeschaffenheit abhängt. Ihre Größe überschreitet die bei Elektrolyten übliche von 2 V bedeutend, sie ist um so kleiner, je stärker die Beobachtungsstelle ionisiert ist. — R. Holm[102]) gibt eine Übersicht über seine eigenen Arbeiten zur Theorie des Glimmstromes und G. Huch[103]) bringt eine eingehende Theorie des Kanalstrahlenlichtes.

Die physikalischen Eigenschaften der Verstärkerröhren, die bisher aus Kriegsgründen wenig bekannt geworden sind, werden jetzt sehr häufig behandelt. Neben einer allgemeinverständlichen Darstellung von F. Gehrts[104]) sei als erste wichtige deutsche Arbeit darüber die von W. Schottky[105]) genannt, der als erster sich kriegstechnisch mit ihr befaßt hat. Es wird ihre Theorie dargestellt und gezeigt, wie sich mit ihrer Hilfe praktisch brauchbare Röhren herstellen lassen. Die Abhängigkeit ihrer charakteristischen Größen von ihren inneren Eigenschaften wird dargestellt; daraus ergibt sich auch, wie man gewöhnliche Röhren durch Einfügen weiterer Elektroden verbessern kann. — K. Mühlbrett[106a]) bringt eine theoretische Behandlung des Vorgangs bei der Verstärkung und Schwingungserzeugung bei kleinen und großen Leistungen (vgl. auch die oben genannten Arbeiten von A. Meißner[80]) und E. V. L. Appleton[83]) und gibt allgemeine Regeln für die Untersuchung solcher Röhren. Er berichtet auch über eine oszillographische Untersuchung bei Fremderregung, Selbsterregung und Anwendung als Gleichrichter. Die Ergebnisse bei Niederfrequenz bestätigen alle Schlüsse aus den Gleichstromkennlinien, und man kann das wohl auch bis zu den höchsten als richtig ansetzen, bis die Elektronenträgheit sich bemerkbar macht. — H. W. Nichols[106b]) untersucht mathematisch die Eigenschaften und das Verhalten einer Verstärkerröhre im Stromkreis, wenn ihre drei Elektroden durch ein beliebiges System von Widerständen verbunden sind. Er berechnet insbesondere die Änderungen in diesem System, wenn bestimmte EMKe hinzugefügt werden. Besonders wird die Frage behandelt, wie man die Röhre durch einen äquivalenten Stromkreis ersetzen kann, und wie die Vorgänge beim Verstärken und beim Erzeugen von Schwingungen verlaufen.

Auch H. G. Möller[107]) berichtet über Verstärkerröhrenmessungen, insbesondere wie man ihre wichtigeren Konstanten und Eigenschaften messen kann, die Fehlerquellen u. dgl. M. Abraham[108]) behandelt mathematisch den wich-

tigen Begriff des Durchgriffs, d. h. den Einfluß der Anode durch das Gitter hindurch auf den Kraftfluß an der Kathode. Die nach statischen Methoden erhaltene Lösung kann aber nur als eine angenäherte bezeichnet werden. — M. v. Laue[109]) versucht eine Theorie von vier verschiedenen Röhrenformen zu geben, und zwar wie ihre Charakteristiken zustandekommen. Seine Ergebnisse sind indessen quantitativ noch nicht sicher, wohl aber qualitativ mit der Erfahrung in Übereinstimmung. — O. B. Moorhead[110]) gibt sehr ausführliche praktische Anweisungen über die technische Herstellung solcher Röhren und teilt viele dieser wichtigen Einzelheiten mit. — Endlich berichtet H. Barkhausen[111]) über eine einheitliche Bezeichnungsweise für die bei Verstärkerröhren vorkommenden Größen.

Röntgenstrahlen. Es sei auch hier auf das Handbuch der Radiologie mit der Abhandlung von E. Marx[13]) über Röntgenstrahlen hingewiesen. — F. Dessauer und A. Back[112]) benutzen den von dem ersten gebauten Hochspannungstransformator, um Röntgenstrahlen möglichst kurzer Wellenlänge zu erzeugen. Schwierigkeiten bereitet dabei die Messung der Wellenlänge, was ausführlich besprochen wird. Es gelingt dann mit einer Coolidgeröhre die bisher kürzeste Wellenlänge von $6 \cdot 10^{-9}$ mm zu erzeugen. Damit ist der Anschluß an die γ-Radiumstrahlung geschaffen. Eine Prüfung der Quantenformel ergab eine Übereinstimmung innerhalb 4%. — H. Seemann[113]) untersucht die Ökonomie der röntgenspektroskopischen Verfahren auf Lichtausbeute und veröffentlicht eine neue fokussierende Methode zur Untersuchung von Kristallpulvern. Diese werden auf einem gebogenen Film angebracht, nur die von ihrer Oberfläche reflektierten Strahlen benutzt und diese werden so reflektiert, daß sie alle auf einen bestimmten Punkt einer Kreislinie fallen. — Gemeinsam mit W. Friedrich[113]) wird eine als Fenstermethode bezeichnete neue beschrieben, bei der nur kleine Kristalle notwendig sind; die von ihnen reflektierten Strahlen fallen durch einen Spalt auf die photographische Platte. Die Linienschärfe des Spektrums ist nicht von der Durchlässigkeit des Kristalls abhängig. — Endlich beschreibt M. Siegbahn[114]) einen großen Präzisionsspektrographen für Kristallaufnahmen, und teilt, um seine Leistungen zu zeigen, eine Anzahl Messungsreihen über Wellenlängen und Gitterkonstanten von Kristallen mit.

Weiter seien eine Reihe von Einzelmessungen über Strukturen erwähnt. M. Siegbahn[115]) mißt die K- und L-Reihe des Wolframs sehr genau. — P. Scherrer[116]) bestimmt Größe und Struktur von Kolloidteilchen nach seinem Verfahren. Kolloide Gold- und Silberteilchen, auch solche kleinster Art, zeigen noch Kristallstruktur. Gealterte Kieselsäure zeigt kristallinische, auch amorphe Struktur, Eiweiß u. dgl. nur amorphe. — A. J. Bijl und N. H. Kolkmeier[117]) suchen die Unterschiede zwischen weißem und grauem Zinn aufzuklären und stellen die verschiedenen Atomanordnungen dar.

In einem besonderen Fall hatte A. Einstein die Ansicht ausgesprochen, daß eine Totalreflexion der Röntgenstrahlen möglich sei. Demgegenüber weist B. Walter[118]) darauf hin, daß die damals beobachteten Erscheinungen in der photographischen Platte und in einer bekannten optischen Täuschung ihren Grund haben.

Mehrere Arbeiten beschäftigen sich mit der Absorption und Streuung der Röntgenstrahlen. C. D. Miller[119]) teilt Messungsreihen an weicher Strahlung darüber mit. — T. Aurén[120]) vergleicht die Absorption sehr vieler Elemente und Verbindungen mit der von Wasser und Kupfer. Er findet das Verhältnis des Absorptionskoeffizienten, nach Befreiung von Streukoeffizienten zu dem von Cu zu $K\ (Z - c)$, worin Z die Atomzahl, und K und c zwei Zahlen sind, die in einer Elementengruppe konstant sind. Im Anschluß daran geht er genauer auf die Theorie des Vorgangs ein. — Von H. Holthusen[121]) liegt eine ausführliche Arbeit über den Streukoeffizienten vor.

Von Arbeiten allgemeiner Art seien folgende erwähnt: H. Seemann[122]) zeigt, wie man mit höchstens 2 Aufnahmen nach dem Laue-Friedrich-Verfahren und der Braggschen Reflexionsmethode zu einem vollständigen Struktur-

bild eines Kristalls kommen kann. — E. Wagner[123]) liefert einen zusammenfassenden Bericht über das kontinuierliche Röntgenspektrum und geht genauer auf das Duane-Huntsche Verschiebungsgesetz ein, das dem Wienschen Gesetz der Strahlungslehre entspricht. — F. Kirchhoff[124]) sucht Beziehungen zwischen der L-Serie und dem Atomgewicht zu finden. Er stellt einfache Beziehungen auf zwischen den Ordnungszahlen und Wellenlängen, für Elemente mit größerem Atomgewicht als Zink. — L. Vegard[125]) prüft, wie sich aus den Röntgenspektren die Elektronenanordnung in Ringen im Atom konstruieren läßt, und teilt genauere Zahlen und Tafeln darüber mit, und endlich kommt A. Smekal[126]) zu dem Ergebnis, daß zur Erzielung einer Übereinstimmung der Messungen mit theoretischen Erwägungen nicht eine Annahme einer ringförmigen Anordnung der Atome genüge, sondern nur eine räumliche, was auch quantentheoretisch ein Fortschritt sei.

Von Spezialarbeiten über Röhren sei ein zusammenfassender Bericht von J. E. Lilienfeld[127]) über Hochvakuumröhren erwähnt, die auch genaue technische Beschreibungen der wichtigsten Formen neben den physikalischen Grundlagen ihrer Arbeitsweise bringt. Der gleiche Verfasser untersucht auch das blaugraue Licht, das sich auf dem Brennfleck der Antikathode bildet, und findet durch eine Spektralaufnahme, daß es Licht eines sehr hoch erhitzten Körpers ist, trotzdem die Antikathode nicht einmal Rotglut hatte. Es dürfte also wohl ein Vorgang in der Elektronenschicht auf ihr sein. — Fr. Klingelfuß[128]) findet, daß eine Coolidgeröhre wohl an Härte und Ausdehnung des Spektrums sehr vielseitig ist, daß man aber keine genügend homogene oder genügend intensive Strahlung eines bestimmten Bereichs aus ihr erhalten kann. Eine Serie gewöhnlicher Röntgenröhren erscheint überlegen.

Radioaktivität. O. Hahn und L. Meitner[129]) berichten in mehreren Arbeiten über ihre Versuche in der Aktiniumreihe, die zur Isolierung eines neuen Radiostoffes, des Protaktiniums führen, das das Grundelement ist, das aus der Uranreihe die sich abzweigende Aktiniumreihe entstehen läßt. Das Abzweigungsverhältnis ist 3% bei Uran Y, die Halbwertszeit des Aktiniums bestimmt sich zu ca. 20 Jahren. Die Atomgewichte der Reihe lassen sich nun auch befriedigend feststellen. — O. Hahn und M. Rothenbach[130]) untersuchen genauer die bereits bekannte Aktivität des Rubidiums, das sehr weiche β-Strahlen aussendet. Ihre Geschwindigkeit ergibt sich zu etwa 60% der Lichtgeschwindigkeit. Seine Gesamtaktivität ist etwa $^1/_{15}$ der des Urans oder des sehr ähnlichen Uran X. Es ist nicht ausgeschlossen, daß aus Rubidium ein Radiumisotop entsteht. Auch Cäsium dürfte wohl radioaktiv sein, und ein Bariumisotop bilden. Seine Strahlung dürfte sehr weich sein. — St. Meyer und F. Paneth[131]) beschäftigen sich ebenfalls mit der Aktiniumreihe, die chemisch zwischen Radium und Thorium gehört, Isotopen finden sie keine. — V. F. Heß und R. W. Lawson[132]) bestimmen die vom Radium ausgesandte Zahl von α-Teilchen und finden $3{,}72 \cdot 10^{10}$, nach einer anderen Methode 3,8. Ihre Geschwindigkeit stellt sich zu $1{,}53 \cdot 10^9$ cm/s heraus, die Halbwertszeit zu 1580 Jahren. Auch eine photographische Methode neben der oben angewendeten der Stoßionisation gibt das gleiche Ergebnis. — V. F. Heß[133]) untersucht noch die Verteilung der Radiostoffe in und über dem Meer und findet, daß dort ein stationärer Zustand herrscht mit 10^{-15} g im cm^3. Für das freie Meer und das Land ist dieser Gehalt als praktisch gleich anzusehen.

Endlich eine der allerwichtigsten Entdeckungen. E. Rutherford[134]) untersucht den Zusammenstoß von α-Teilchen mit leichten Atomen. Bei Wasserstoff entstehen dabei sehr schnelle Strahlen, als H-Strahlen bezeichnet, 10^5 α-Teilchen erzeugen bei Durchdringen einer 1 cm dicken Luftschicht einen H-Strahl, dem entspricht ein wirksamer Zusammenstoß auf 10^9 unwirksame. Das gestattet sehr weitreichende Schlüsse auf den Atombau. Im Helium mißlangen ähnliche Versuche, nicht aber in Luft und anderen Gasen. Bei Stickstoff waren ebenfalls Strahlen nachweisbar, von anormal langer Reichweite, und deren nähere Untersuchung zeigte, daß es sich um H-Strahlen handeln müsse. Die intensive Kraftwirkung des auf ein N-Atom aufprallenden α-Teilchens zertrüm-

mert also das N-Atom und macht aus ihm ein H-Atom frei. Das Stickstoffatom muß also neben anderem ein Wasserstoffatom enthalten. Damit ist anscheinend zum erstenmal ein chemisches Atom zerlegt worden, d. h. in diesem Fall eine Erzeugung von Wasserstoff aus Stickstoff ausgeführt.

[1]) L. Graetz, Handbuch der Elektrizität und des Magnetismus, Leipzig 1918, Bd 1, Lfg. 3. — [2]) W. Bloch, Relativitätstheorie, Leipzig. — [3]) M. v. Laue, Relativitätstheorie, Bd 1, Braunschweig, 3. Aufl. — [4]) W. Pauli, Phys. Z. S 457. — [5]) A. Einstein, Ber. Berl. Akad. d. Wiss. S 349. — [6]) A. Einstein, Naturwiss. S 776. — [7]) L. Grebe u. A. Bachem, Vhdl. D. Phys. Ges. S 454. — [8]) E. Freundlich, Phys. Z. S 561. — Naturwiss. S 629. — [9]) Q. Majorana, C. R. Bd 167, S 71. — Phil. Mag. R 6, Bd 37, S 145. — [10]) V. Crémieu, C. R. Bd 168, S 227. — [11]) R. Fürth, Vhdl. D. Phys. Ges. S 517. — [12]) A. Millikan, The Electron, Chicago 1917. — [13]) E. Marx, Handbuch der Radiologie Bd 5, Leipzig. — [14]) A. Mandl, El. Masch.-Bau S 485. — [15]) A. Korn, Phys. Z. S 59, 85. — [16]) E. Beck, Ann.Phys. R 4, Bd 60, S 109. — S. J. Barnett, Phys. Rev. R 2, Bd 6, S 239; Bd 10, S 7. — J. Q. Stewart, Phys. Rev. R 2, Bd 11, S 100. — [17]) W. Burstyn, El. Masch.-Bau S 29. — [18]) K. W. Wagner, Arch. El. Bd 8, S 145. — [19]) G. Borelius, Ann. Phys. R 4, Bd 58, S 489. — [20]) R. A. Millikan, Phys. Rev. R 2, Bd 7, S 18. — [21]) G. Christiansen, Ann. Phys. R 4, Bd 59, S 95, 280. — [22]) D. Holde, Vhdl. D. Phys. Ges. S 465. — [23]) W. Meißner, Vhdl. D. Phys. Ges. S 369. — [24]) P. O. Pedersen, Dansk. Vidensk. Selsk. Math. Phys. Medd. I, 11, S 3. — [25]) K. Przibram, Wien. Ber. IIa, Bd 127, S 1. — Phys. Z. S 299. — [26]) G. Gehlhoff u. F. Neumeier, Vhdl. D. Phys. Ges. S 201. — Berl. Ber. S 201. — [27]) K. Siebel, Ann. Phys. R 4, Bd 60, S 260. — [28]) E. Sedström, Ann. Phys. R 4, Bd 59, S 134. — [29]) G. Borelius, Ann. Phys. R 4, Bd 60, S 381. — [30]) H. Haga u. F. Zernike, Versl. K. Ak. v. Wet. Bd 27, S 1189. — [31]) O. Hartleb, Diss. Gießen 1917. — [32]) P. Terpstra, Arch. Néerland Bd 4, S 191. — [33]) M. Pécheux, C. R. Bd 167, S 487. — [34]) W. Jaeger, K. Scheel u. L. Holborn, ETZ S 150. — [35]) R. Apt, Rev. Gén. d'El. Bd 6, S 823. — [36]) E. C. Blom, Phys. Rev. R 2, Bd 13, S 308. — [37]) L. Holborn, Ann. Phys. R 4, Bd 59, S 145. — [38]) C. Benedicks, Ark. f. Math., Astr. og Fysik Bd 12, Nr 17, S 1, 1917. — [39]) S. R. Williams, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 2. — [40]) E. D. Campbell, Electr. (Ldn.) Bd 82, S 17. — [41]) N. N., Journ. Frankl. Inst. Bd 185, Nr 3. — [42]) L. Truxa, Arch. El. Bd 8, S 137. — [43]) A. E. Caswell, Phys. Rev. R 2, Bd 13, S 386. — [44]) O. Klein, Ark. Math., Astr. og Fys. Bd 3, Nr 24, 1918. — [45]) M. Jona, Phys. Z. S 14. — [46]) H. Riegger, Ann. Phys. R 4, Bd 59, S 753. — [47]) E. Kennelly u. R. J. Wisemann, El. World Bd 70, S 1138. — [48]) E. A. Bateman, El. World Bd 71, S 812. — [49]) T. Peczalski, Journ. Frankl. Inst. Bd 185, Nr 5. — [50]) P. H. Bruce, Engineering, 8. 11. 1918. — [51]) F. Banneitz, Ann. Phys. R 4, Bd 59, S 239. — [52]) H. C. P. Weber u. T. C. Mc Key, Electricity (Ldn.), 15. XI. 1918. — [53]) R. Fellinger, Ann. Phys. R 4, Bd 60, S 181. — [54]) Ch. Ries, Das Selen, Dießen 1918; Z. Feinmechanik Bd 26, S 25. — [55]) W. R. Cooper, Elctr. (Ldn.) Bd 76, S 676. — [56]) F. Köhler, ETZ S 104. — [57]) A. Esau, JB drahtl. Telegr. 14, S 271.— [58]) R. Emden, Münch. Ber. 1918, S 417. — [59]) J. Wallot, Ann. Phys. R 4, Bd 60, S 734. — [60]) R. Bach, Arch. El. Bd 7, S 225. — [61]) W. Arkadiew, Ann. Phys. R 4, Bd 58, S 105. — [62]) E. T. Jones, Phil. Mag. R 6, Bd 36, S 145. — [63]) E. T. Jones, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 167. — [64]) W. Rogowski, Arch. El. Bd 7, S 159, 161, 240, 320; Bd 8, S 269. — [65]) L. Dreyfuß, Arch. El. Bd 7, S 175. — [66]) R. Holm, Arch. El. Bd 7, S 263. — [67]) E. B. Brown, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 748. — [68]) M. Swyngedauw, C. R. Bd 167, S 994; Bd 168, S 87, 230. — [69]) G. F. C. Searle, Cambridge Proc. Bd 13, S 111. — [70]) G. Grabscheid, El. Masch.-Bau S 281. — [71]) F. Dessauer, Vhdl. D. Phys. Ges. S 27. — J. E. Lilienfeld, Vhdl. D. Phys. Ges. S 265, 504. — [72]) P. Girault, C. R. Bd 167, S 159. — [73]) E. Bräuer, Phys. Z. S 393, 409. — [74]) P. O. Pedersen, Proc. Inst. Radio Eng. Bd 8, S 255. — [75]) F. Beauleard de Lenaizan, C. R. Bd 166, S 678. — [76]) E. Meyer, Ann. Phys. R 4, Bd 58, S 297. — [77]) E. R. Wolcott, Techn. mod., Jan. 1919. — [78]) H. Weyl, Ann. Phys. R 4, Bd 60, S 481. — [79]) G. Preuner u. L. Pungs, Vhdl. D. Phys. Ges. S 594. — [80]) A. Meißner, ETZ S 65. — JB drahtl. Telegr. Bd 14, S 5. — [81]) P. Bouvier u. Chireix, JB drahtl. Telegr. Bd 13, S 189. — [82]) M. Abraham, H. Rausch v. Traubenberg u. J. Pusch Phys. Z. S 145. — [83]) E. V. L. Appleton, Electr. (Ldn.) Bd 81, Nr 35. — [84a]) A. Szekely de Doba, Wien. Ber. IIa, Bd 127, S 720. — [84b]) M. J. Huizinga, Versl.

K. Ak. v. Wet. Bd 23, S 733. — Proc. Amsterdam Bd 19, S 512. — [85]) J. Franck u. G. Hertz, Phys. Z. S 132. — [86]) F. Horton u. A. C. Davies, Proc. Roy. Soc. London (A) Bd 95, S 408. — [87]) A. Becker, Ann. Phys. R 4, Bd 58, S 393. — [88]) P. Lenard, Ann. Phys. R 4, Bd 60, S 329. — [89]) P. S. Epstein, Vhdl. D. Phys. Ges. S 85. — [90]) M. v. Laue, JB Rad. El. Bd 15, S 301. — Phys. Z. S 202. — Münch. Ber. S 53. — W. Schottky, Phys. Z. S 49, 220. — [91]) A. Becker, Ann. Phys. R 4, Bd 60, S 30. — [92]) C. F. Hagenow, Phys. Rev. R 2, Bd 13, S 415. — [93]) O. Stuhlmann, Phys. Rev. R 2, Bd 8, S 109. — [94]) M. Ernst, Z. wiss. Phot. 1917, S 35. — [95]) E. K. Pike, Phys. Rev. R 2, Bd 13, S 102. — [96]) J. B. Dérieux, Phys. Rev. R 2, Bd 11, S 203, 236. — [97]) P. Lenard, Heidelberger Abhandl. 1918, Nr 5. — [98]) R. Seeliger, Naturwiss. S 443. — [99]) E. Goldstein, Vhdl. D. Phys. Ges. S 559. — [100]) F. Schröter, ETZ S 186. — [101]) E. Rumpf, Ann. Phys. R 4, Bd 59, S 1. — [102]) R. Holm, Phys. Z. S 548. — [103]) G. Huch, Ann. Phys. R 4, Bd 58, S 201. — [104]) F. Gehrts, Naturwiss. S 764. — [105]) W. Schottky, Arch. El. Bd 8, S 1, 12. — [106a]) K. Mühlbrett, Arch. El. Bd 8, S 32, 188. — [106b]) H. W. Nichols, Phys. Rev. R 2, Bd 13, S 404. — Rev. Gén. El. Bd 6, S 718. — [107]) H. G. Möller, Arch. El. Bd 8, S 46. — [108]) M. Abraham, Arch. El. Bd 8, S 42. — [109]) M. v. Laue, JB drahtl. Telegr. Bd 14, S 243. — Ann. Phys. R 4, Bd 59, S 465. — [110]) O. B. Moorhead, Electr. (Ldn.) Bd 81, Nr 5. — [111]) H. Barkhausen, Arch. El. Bd 8, S 58. — [112]) F. Dessauer u. A. Back, Vhdl. D. Phys. Ges. S 168. — [113]) H. Seemann, Phys. Z. S 51. — Ann. Phys. R 4, Bd 59, S 455. — W. Friedrich u. H. Seemann, Phys. Z. S 55. — [114]) M. Siegbahn, Ann. Phys. R 4, Bd 59, S 58. — [115]) M. Siegbahn, Phys. Z. S 533. — [116]) P. Scherrer, Götting. Nachr. 1918, S 98. — [117]) A. J. Bijl u. N. H. Kolkmeier, Versl. K. Ak. v. Wet. Bd 27, S 352. — [118]) B. Walter, Vhdl. D. Phys. Ges. S 347. — [119]) C. D. Miller, Phys. Rev. R 2, Bd 8, S 329. — [120]) T. Aurén, Phil. Mag. R 6, Bd 37, S 165. — [121]) H. Holthusen, Phys. Z. S 5. — [122]) H. Seemann, Phys. Z. S 161. — [123]) E. Wagner, JB Rad. El. Bd 16, S 190. — [124]) F. Kirchhoff, Phys. Z. S 211. — [125]) L. Vegard, Phys. Z. S 97, 121. — [126]) A. Smekal, Wien. Ber. IIa, Bd 128, S 639. — [127]) J. E. Lilienfeld, JB Rad. El. Bd 16, S 105. — Phys. Z. S 280. — [128]) Fr. Klingelfuß, Arch. de Genève Bd 46, S 49. — [129]) O. Hahn u. L. Meitner, Chem. Ber. Bd 52, S 1812. — Phys. Z. S 127, 529. — [130]) O. Hahn u. M. Rothenbach, Phys. Z. S 194. — [131]) St. Meyer u. F. Paneth, Wien. Ber. IIa, Bd 127, S 147. — [132]) V. F. Heß, u. R. W. Lawson, Wien. Ber. IIa, Bd 127, S 405, 461, 599. — [133]) V. F. Heß, Wien. Ber. IIa, Bd 127, S 1297. — [134]) E. Rutherford, Phil. Mag. R 6, Bd 37, S 537, 562, 571, 580.

Elektromedizin und Elektrobiologie.

Von Dr. Gustav Großmann.

Die Anwendung von Elektrizität und Licht in der Medizin.

Elektrotherapie. K. Bangert[1]) bespricht an Hand von Oszillogrammen die Abhängigkeit des zeitlichen Verlaufes der von Anschlußapparaten und Schlitteninduktoren gelieferten Ströme von den Betriebsbedingungen. — Nach E. Duschak[2]) kann bei manchen Krankheiten die Behandlung mit Leducschen Strömen an die Stelle der Diathermie treten. — A. Theilhaber[3]) glaubt mit Diathermie eine Zerstörung von Krebszellen bewirken zu können. — Davon ausgehend, daß im Körpergewebe für sehr kurze Zeit sehr große Wärmemengen entwickelt werden dürfen, zerhackt G. Bucky[4]) den Diathermiestrom mittels des von ihm ersonnenen und von S & H hergestellten Pulsators zwecks Erzielung einer homogenen Durchwärmung des Körpers in einen intermittierenden Strom. Mit Hilfe eines zweiten, jenem ähnlichen Apparates, dem Alternator, ruft er eine Kreuzung von Stromwegen im Innern des Körpers und dadurch eine Vergrößerung der Tiefenwirkung hervor.

J. Grober und W. E. Pauli[5]) erblicken in den Kathodenstrahlen vermöge deren starker Absorbierbarkeit ein besonders wirksames therapeutisches Agens. Ihren Berechnungen gemäß kann man bei Benutzung gleicher Energie-

quellen mittels Kathodenstrahlen eine millionenmal größere Strahlungsenergie in einen organischen Stoff einführen als mit Röntgenstrahlen. So konnten sie denn auch an Bakterien mittels Kathodenstrahlen, die sie einer Lenardschen Kathodenröhre entnahmen, starke biologische Wirkungen nachweisen. Pauli[6]) gibt eine zu diesem Zweck besonders geeignete Konstruktion der Lenardschen Röhre an.

Lichttherapie. F. Thederings[7]) Buch über das Quarzlicht und seine Anwendung in der Medizin ist in dritter Auflage erschienen. Die Anleitung und die Indikationen für Bestrahlung mit der künstlichen Höhensonne hat deren Erfinder, H. Bach[8]), in einer Broschüre zusammengestellt. — Die Wirkung der künstlichen Höhensonne schreibt H. Bach[9]) dem von ihr auf die Haut ausgeübten Reiz der ultravioletten Strahlen zu. — H. Schenk-Popp[10]) berichtet über günstige Erfolge bei der Behandlung von Kindern mit der künstlichen Höhensonne. — Nach der Ansicht von F. Schanz[11]) haben die stärkste heilende Wirkung die Strahlen, deren Wellenlänge um 300 $m\mu$ liegt. Er verwirft die künstliche Höhensonne mit der Begründung, daß ihr Licht von dem der Sonne stärker abweicht, als das irgendeiner der gebräuchlichen Lichtquellen und empfiehlt die offene Bogenlampe. — F. Blumenthal[12]) hat bei der Bestrahlung der Bartflechte mit der künstlichen Höhensonne mehrfach Mißerfolge erlebt, was er auf den Mangel der Quarzlampe an langwelligen Strahlen zurückführt. Hingegen hat er mit der Siemens-Aureollampe gute Erfolge erzielt. — L. Koeppe[13]) beschreibt einen nach Angaben von Henker bei C. Zeiß in Jena hergestellten, im wesentlichen aus einer kleinen Bogenlampe bestehenden Bestrahlungsapparat für Augentuberkulose. Durch die verschiedene Verwendung dreier optischer Systeme kann man die Strahlen auf verschiedene Augenabschnitte lenken. — Thedering[14]) empfiehlt Rotlichtbehandlung.

Röntgenologie.

Von der fünften Auflage der von Albers-Schönberg[15]) herausgegebenen und zum größten Teile von ihm verfaßten Röntgentechnik ist der erste Band erschienen.

Röntgenstrahlerzeuger. Die AEG[16]), C. H. F. Müller[17]) und S & H[18]) haben sich verschiedene Neuerungen betreffend Glühkathoden-Röntgenröhren (Coolidgeröhren) schützen lassen. — G. Bucky[19]) hat einen sehr zweckmäßigen Kühlgefäßverschluß für wassergekühlte Röntgenröhren ersonnen. — Für den Betrieb einer Glühkathoden-Röntgenröhre mit einer ihr vorgeschalteten Glühkathoden-Ventilröhre führen Reiniger, Gebbert & Schall[20]) eine gemeinsame Regulierung der Heizströme beider Glühkathoden ein. — Koch & Sterzel[21]) und Reiniger, Gebbert & Schall[22]) haben neue Betriebsweisen der Lilienfeldröhre angegeben. — A. Lorey[23]) lobt die Siederöhre, die stundenlanges Durchleuchten und große Belastungen gestattet. Sie ist den gasfreien Röhren in bezug auf die Qualität der mit ihr erzielbaren Bilder, die Kürze der Expositionszeit und die Betriebskosten überlegen und in betreff ihrer Leistungen in der Therapie gleichwertig. Der Betrieb der modernen gashaltigen Röhren ist so vereinfacht, daß er nur wenig hinter dem der gasfreien Röhren zurücksteht. Zu einem ähnlichen Ergebnis gelangt M. Steiger[24]). — Beim Betriebe gasfreier Röhren bewirken S & H[25]) die Umschaltung des zur Anzeige des Röhrenstromes dienenden Stromzeigers auf seine verschiedenen Meßbereiche mittels eines vom Heizstrome bzw. Zündstrome der Röhre beeinflußten selbsttätigen Schalters.

W. Reusch[26]) empfiehlt die Wahl einer kleinen Stromschlußdauer beim Betriebe von Therapieinduktoren, so daß man den der Primärspule vorgeschalteten Widerstand ausschalten kann und Energieverluste in diesem vermeidet. — Reiniger, Gebbert & Schall[27]) wählen die dem Unterbrecher parallel geschaltete Kapazität sehr groß, um bei Stromöffnung einen einzigen, stetig verlaufenden sekundären Induktionsstoß und keine Teilentladung zu erhalten. — Bei den mit Wechselstrom höherer Frequenz betriebenen Röntgenapparaten

(Radio-Silex-Apparaten) gleichen Koch & Sterzel[28]) die große Sekundärkapazität mittels einer parallel zur Primärspule des Transformators geschalteten Drosselspule aus. — R. Glocker[29]) weist auf die Bedeutung der Netzspannungsschwankungen für den diagnostischen und therapeutischen Röntgenbetrieb hin. Er macht darauf aufmerksam, daß der Wintzsche Regenerierautomat wohl für die Konstanz des Röhrenstromes, nicht jedoch für Konstanz der Spannung sorgt. W. Steuernagel[30]) wirft die Frage auf, ob man nicht für die daraus hervorgehenden Schädigungen von Patienten die Elektrizitätswerke haftbar machen kann. — C. Beyerlen[31]) hat eine Einrichtung zur Herstellung stereoskopischer Durchleuchtungsbilder angegeben.

Als Baustoff für Schutzwände gegen Röntgenstrahlen benutzen A. Lorey und F. Kämpe[32]) das Gemisch eines strahlenundurchlässigen Stoffes mit Baumörtel.

Röntgendiagnostik. R. Spiegel[33]) und K. Immelmann[34]) preisen das von E. Merck hergestellte neue Kontrastmittel, das Citobaryum, das eine bequeme Zubereitung der Mahlzeit gestattet, in flüssiger Form verabreicht werden kann, sich demzufolge zur Untersuchung der Speiseröhre sehr gut eignet und vermöge seiner flüssigen Beschaffenheit alle Falten und Taschen der Magen- und Darmschleimhaut gleichmäßig ausfüllt, wodurch eine gute Beobachtung der Verdauungsorgane möglich ist. — Die Firma Gehler in Leipzig hat unter dem Namen Duplux-Folie einen von G. Bucky[35]) angegebenen doppelseitigen Verstärkungsschirm auf den Markt gebracht, der (Doppelaufnahme) die Herabsetzung der Expositionszeit auf weniger als die Hälfte der normalen gestattet. Die Folie ist wegen Fehlens jeglicher Kartoneinlage sehr schmiegsam. Sie ist abwaschbar. Die mit ihr gewonnenen Bilder zeichnen sich durch Kornlosigkeit aus. Das gleiche Ziel, nämlich die Herabsetzung der Expositionszeit auf die Hälfte, ja sogar auf ein Viertel der üblichen, will K. Kleinschmidt[36]) mit seinem Halbzeitentwickler erreichen können. — In einer Sitzung der Faraday-Society sind über neuere Arbeiten betreffend Materialuntersuchungen mit Röntgenstrahlen Referate[37]) gehalten worden.

Röntgentherapie. Von J. Wetterers[38]) Handbuch der Röntgen- und Radiumtherapie ist die dritte Auflage erschienen. — F. Voltz[39]) berichtet über die Entwicklung der Strahlentherapie in den Jahren 1914 bis 1919. Er berücksichtigt jedoch in erster Linie die Arbeiten einer Schule und ausschließlich die Therapieapparate einer Firma.

L. Seitz und H. Wintz[40]) sprechen sich gegen die Radiumbehandlung des Gebärmutterkrebses mit Rücksicht darauf aus, daß sich mit Radium nur ungünstige Dosenquotienten erzielen lassen. — Die heutigen Therapieapparate liefern große Mengen sehr harter Röntgenstrahlen in stundenlangem Dauerbetrieb. Sie ermöglichen demnach die Anordnung des zu behandelnden Neugebildes in einem großen Fokalabstand und gestatten aus diesem Grunde und vermöge der großen Strahlenhärte günstigere Dosenquotienten zu erzielen. — Seitz und Wintz ist es mit ihrem Verfahren ausschließlicher Röntgenbestrahlung, dessen Grundlagen sie schon früher festgelegt haben[41]), in einer großen Zahl von Fällen gelungen, den Gebärmutterkrebs zur Rückbildung zu bringen. Die Verfasser sprechen jedoch nur von einer vorläufigen Heilung. — Aus einem einzigen Fall, in dem es K. Warnekros[42]) gelungen ist, einen nichtoperabelen Krebs durch Bestrahlung mit der bei 220 kV Spitzenspannung betriebenen Coolidgeröhre bis auf kleine Reste zum Verschwinden zu bringen, schließt dieser Verfasser bereits auf den Eintritt eines Wendepunktes in der Krebsbehandlung. — H. Köhler[43]) fand, daß die bloße Strahlenbehandlung des Krebses nur wenig ermutigende Erfolge zeitigt. Er und O. Strauß[44]) empfehlen die postoperative Röntgenbestrahlung. — L. Seitz und H. Wintz[45]) raten wiederholt davon ab, die Röntgenbestrahlung bei gynäkologischen Erkrankungen wie auch beim Krebs auf mehrere Tage zu verzetteln, weil die biologische Wirkung verzettelter Dosen geringer als die einer gleich großen, jedoch in einem Zuge verabreichten Gesamtdosis ist. — H. Fuchs[46]) berichtet über seine bei

gutartigen gynäkologischen Erkrankungen mittels Röntgentiefenbestrahlung erzielten Erfolge.

Ein Sammelreferat von A. Peyer[47]) gibt über die bei Lungentuberkulose bisher erzielten Erfolge der Röntgentherapie Aufschluß. — O. de la Camp[48]) weist auf die Gefahren der Verabreichung zu großer Dosen und die Wichtigkeit der Dosierungsfrage bei der Röntgenbestrahlung Lungentuberkulosekranker hin. — A. Bacmeister[49]) berichtet wieder über die Kombination von Röntgen- und Lichtbestrahlung bei Tuberkulose, F. Kautz[50]) über solche bei tuberkulösen Drüsen- und Knochenerkrankungen. — Salzmann[51]) tritt für die Röntgenbehandlung der Basedowkrankheit ein, da es ein sichereres und schonenderes Heilverfahren dafür bisher nicht gibt. — Bei chronischer Malaria hat K. E. Wolff[52]) mittels Röntgenstrahlen in fünf Fällen vollständige Heilung, in vielen anderen deutliche Besserung erzielt. — O. Strauß[53]) kann bei Epilepsie in einem Falle einen guten Erfolg mit Röntgenstrahlen verzeichnen.

Die Röntgenbehandlung der Aktinomykose der Kopf- und Halsgegend ist nach O. Jüngling[54]) bezüglich des Heilerfolges eine Methode der Wahl. — T. Sjögren[55]) beschreibt einen von ihm für die Behandlung des Afters bei Pruritus angegebenen Bestrahlungsstuhl.

Strahlenmessungen. R. Glocker[56]) gibt eine Abänderung seines auf der Erregung von charakteristischen Sekundärstrahlen beruhenden Strahlenanalysators an, bei dem das photometrische Meßverfahren durch das ionometrische ersetzt ist. Mit Hilfe dieses Meßgerätes lassen sich Vergleiche verschiedenartiger Strahlengemische insoweit anstellen, als die Ablesungen am Elektroskop Relativwerte für die Intensitäten gewisser in den Strahlengemischen enthaltener weicher, mittelharter und harter Strahlengruppen darstellen. — Nach W. Friedrich[57]), der alle älteren Dosimeterverfahren verwirft, ist bloß das auf der Messung der Luftionisation beruhende Verfahren brauchbar. Auch genügt dieses den Anforderungen, die man an eine vergleichende Dosimetrie stellen muß. Er hat die unzulängliche Aluminium-Bestrahlungskammer des Iontoquantimeters durch eine Graphitkammer ersetzt. Die mit dieser angestellten Messungen ergaben, daß sich stark gefilterte Röntgenstrahlen von den γ-Strahlen des Radiums und Mesothoriums in bezug auf ihre biologische Wirkung nicht unterscheiden. — L. Küpferle und J. E. Lilienfeld[58]), die eine neuartige Definition für die Röntgendosis aufstellen, wenden sich gegen die Dosismessung am Erfolgsort, schlagen vor, die in einer dünnen Schicht absorbierte Primärstrahlung als das Maß der Strahlenwirkung gelten zu lassen und empfehlen das von ihnen beschriebene sog. Maximeter als Strahlenmeßgerät. Gegen diese Ausführungen nimmt Th. Christen[59]) Stellung und hält ihnen den Einfluß der Streustrahlung auf die Größe der Tiefendosis bei den auf luftelektrischem Wege vorgenommenen Röntgenenergiemessungen entgegen. Die Grundlagen für die richtige Bewertung und für die quantitative Fehlerbestimmung bei solchen Dosismessungen geschaffen zu haben, ist das Verdienst von H. Holthusen[60]). Aus den Ergebnissen der Lenardschen Forschung über Kathodenstrahlen leitet er die für die Wahl der Abmessungen und den Bau der Ionisationskammer maßgebenden Bedingungen her. Eine der wichtigsten Forderungen ist die, den in der Luft der Ionisationskammer durch die darin absorbierte Röntgenstrahlung ausgelösten primären Kathodenstrahlen durch die Wahl genügend großer innerer Abmessungen der Kammer Gelegenheit zu geben, sich innerhalb der Luft tot zu laufen und somit ihre Energietransformation in sekundäre Kathodenstrahlen sich bis zur Erschöpfung vollziehen zu lassen. Auch gelangte er zur Erkenntnis, daß selbst die fehlerlos gemessene Ionisation nicht proportional der Röntgendosis in Luft, sondern eine Funktion der Impulsbreite oder Wellenlänge der Röntgenstrahlung ist. — H. Chaoul[61]) geht davon aus, daß einerseits die physikalischen Dosimeter, wie das Iontoquantimeter und das Winawersche Elektroskop nicht fehlerfrei sind und daß anderseits der Gebrauch der Erythemdosis zu verwerfen ist. Ein immer noch besseres biologisches Kontrollmittel als dieses ist seiner Ansicht nach die Maximalhaut-

dosis, jene Dosis, die die Haut gerade noch verträgt, ohne geschädigt zu werden. Seiner Ansicht nach reicht es für die Praxis aus, die Art der Röntgenstrahlung nach der sekundären Spitzenspannung und dem Filter und die Menge der Strahlen nach der Röhrenstromstärke, dem Fokalabstand des bestrahlten Gegenstandes und der Bestrahlungszeit zu beurteilen und zu kontrollieren. Die Erlanger Frauenklinik richtet sich bei den therapeutischen Bestrahlungen nach bestimmten, von H. Wintz[62]) mit Hilfe des Iontoquantimeters ermittelten biologischen Dosen, wie der Hauteinheitsdosis (HED), jener Dosis, die in 8 bis 14 Tagen nach der Bestrahlung eine leichte Rötung und nach Verlauf von 4 Wochen eine deutliche Bräunung der Haut zur Folge hat, der Muskeldosis, die kleinste Dosis, die auf den Muskel zerstörend wirkt und die 180% der HED beträgt, der Krebsdosis, die notwendig ist, um die Krebszellen abzutöten und die 110% der HED gleichkommt, der Kastrationsdosis der Ovarien, die 34% der HED entspricht usw. Die Dosis, die vom Mastdarm eben noch vertragen wird, die sog. Darmdosis, überschreitet die Krebsdosis um etwa 30%. Daher teilt Wintz die von manchen Therapeuten geäußerte Befürchtung, daß der Darm bei Krebsbestrahlung geschädigt werden könnte, nicht. — In Frankreich scheint man immer noch an Dosimetern festzuhalten, die auf der chemischen Wirkung der Röntgenstrahlen beruhen. H. Nogier[63]) empfiehlt das Chromoradiometer, das auf der Abspaltung von Jod aus einer Lösung von Jodoform in Chloroform beruht.

Elektrobiologie.

Die Neurologen waren bisher der Ansicht, daß Willenreiz und el. Erregbarkeit der Nerven verschiedene Dinge sind. Dem widerspricht die von Perthes[64]) gemachte Beobachtung, daß nach Schußverletzung in Ausheilung begriffene Nerven wohl durch die Haut el. unerregbar, doch im freigelegten Zustand mit faradischem Strom erregbar sind. Offenbar sind regenerierte Nerven anfänglich nur durch starke Ströme und späterhin durch schwächere erregbar. Erst wenn ihre el. Reaktionsfähigkeit auf ein gewisses Maß gestiegen ist, können Willenreize von ihnen geleitet werden. Weiter zeigt Perthes[65]), daß Muskeln, deren zugehöriger Nerv abgetrennt ist, auch noch in einem Jahre nach Durchtrennung des Nerven faradisch erregbar sind. Der Nachweis dessen gelingt ihm dadurch, daß er den freigelegten Muskel untersucht. Im Anschluß hieran empfiehlt P. Erlacher[66]) Nadelelektroden zur Untersuchung nackter Muskeln.

Besonders hervorgehoben werden müssen die von M. Gildemeister[67]) angestellten Untersuchungen über den menschlichen Körper als Elektrizitätsleiter. Bei Wechselstrom zeigt sich eine Voreilung des Stromes gegen die Spannung, die auf den ersten Blick auf elektrostatische Kapazität schließen läßt. Doch verschiedene andere Tatsachen widerlegen diese Annahme. Gildemeister stellt für den menschlichen Körper das folgende Schema auf: zwei in Reihe geschaltete Polarisationszellen, zwischen ihnen ein Widerstand und parallel zu diesem ganzen Komplex ein sehr kleiner Kondensator.

[1]) Bangert, ETZ S 508, 520. — Zschr. phys. diät. Ther. S 15. — [2]) Duschak, Zschr. phys. diät. Ther. S 412. — [3]) Theilhaber, Münchn. med. Woch. S 1260. — [4]) Bucky, Münch. med. Woch. S 445. — [5]) Grober u. Pauli, Dtsch. med. Woch. S 841. — [6]) Pauli, Dtsch. med. Woch. S 936. — [7]) Thedering, Das Quarzlicht und seine Anwendung in der Medizin, Verl. Stalling, Oldenburg. — [8]) Bach, Anleitung und Indikation f. Bestrahlung mit der Quarzlampe, „künstliche Höhensonne", Verl. Kabitzsch. — [9]) Bach, Münchn. med. Woch. S 593. — [10]) Schenk-Popp, Münchn. med. Woch. S 557. — [11]) Schanz, Münchn. med. Woch. S 975. — Strahlenther. Bd 9, S 544. — [12]) Blumenthal, Dtsch. med. Woch. S 575. — [13]) Koeppe, Münchn. med. Woch. S 743. — [14]) Thedering, Münchn. med. Woch. S 72. — [15]) Albers-Schönberg, Die Röntgentechnik, 5. Aufl., Bd 1, Verl. Graefe & Sillem, Hamburg. — [16]) AEG, DRP 313957, 316554 u. 316864. — [17]) Müller, DRP 316043 u. 317358. — [18]) S & H, DRP 312545 u. 317216. — [19]) Bucky, DRP 317559. — [20]) Reiniger, Gebbert & Schall, DRP 312740. — [21]) Koch & Sterzel, DRP 311697. — [22]) Reiniger, Gebbert & Schall, DRP 311425 u. 312135. — [23]) Lorey, Fortschr. Geb. Röntgenstr. Bd 26, S 316. — [24]) Steiger,

Fortschr. Geb. Röntgenstr. Bd 26, S 257. — [25]) S & H, DRP 312646. — [26]) W. Reusch, Münchn. med. Woch. S 297. — [27]) Reiniger, Gebbert & Schall, DRP 310436. — [28]) Koch & Sterzel, DRP 315946. — [29]) Glocker, Münchn. med. Woch. S 1164. — [30]) Steuernagel, Münchn. med. Woch. S 1443. — [31]) Beyerlen, DRP 315061. — [32]) Lorey u. Kämpe, Fortschr. Geb. Röntgenstr. Bd 26 S 335. — [33]) Spiegel, Dtsch. med. Woch. S 995. — [34]) Immelmann, Münchn. med. Woch. S 1292. — [35]) Bucky, Münchn. med. Woch. S 539. — [36]) Kleinschmidt, Fortschr. Geb. Röntgenstr. Bd 26, S 150. — [37]) Electr. (Ldn.) Bd 82, S 548. — [38]) Wetterer, Handbuch der Röntgen- und Radiumtherapie, Verl. O. Nemnich. — [39]) Voltz, Strahlenther. Bd 9, S 643. — [40]) Seitz u. Wintz, Münchn. med. Woch. S 1131. — [41]) JB 1918, S 198. — [42]) Warnekros, Münchn. med. Woch. S 891. — [43]) Köhler, Münchn. med. Woch. S 349. — [44]) O. Strauß, Berl. klin. Woch. S 758. — [45]) Seitz u. Wintz, Münchn. med. Woch. S 475. — [46]) Fuchs, Berl. klin. Woch. S 588. — Dtsch. med. Woch. S 671. — [47]) Peyer, Fortschr. Geb. Röntgenstr. S 333. — [48]) De la Camp, Münchn. med. Woch. S 1405. — [49]) Bacmeister, Strahlenther. Bd 9, S 556. — [50]) Kautz, Münchn. med. Woch. S 43. — [51]) Salzmann, Zschr. ärztl. Fortb. S 310. — [52]) Wolff, Strahlenther. Bd 9, S 579. — [53]) Strauß, Dtsch. med. Woch. S 103. — [54]) Jüngling, Münchn. med. Woch. S 720. — [55]) Sjögren, Fortschr. Geb. Röntgenstr. S 453. — [56]) Glocker, Fortschr. Geb. Röntgenstr. Bd 26, S 363. — [57]) Friedrich, Münchn. med. Woch. S 963. — [58]) Küpferle u. Lilienfeld, Strahlenther. Bd 9, S 10. — [59]) Christen, Strahlenther. Bd 9, S 638. — [60]) Holthusen, Fortschr. Geb. Röntgenstr. Bd 26, S 211. — [61]) Chaoul, Münchn. med. Woch. S 1475. — [62]) Wintz, Berl. klin. Woch. S 101. — [63]) Nogier, La Presse méd. S 15. — [64]) Perthes, Dtsch. med. Woch. S 897. — Münchn. med. Woch. S 1015. — [65]) Perthes, Münchn. med. Woch. S 1016. — [66]) Erlacher, Münchn. med. Woch. S 1342. — [67]) Gildemeister, ETZ S 463.

XVIII. Erdstrom, atmosphärische Elektrizität, Blitzableiter und Blitzschläge.

Von Prof. Dipl.-Ing. Sigwart Ruppel.

Die **Gewittervorhersage** ist schon mit verschiedenen Apparaten versucht worden. Sie scheitert aber meist daran, daß die Störungen im örtlichen Potentialgefälle und die Beeinflussung der Apparate durch die verschiedenen meteorologischen und mechanischen Einflüsse sich teilweise kompensieren und je nach Geschwindigkeit und Richtung des Gewitters sehr verschieden ausfallen. So kann die Trübung der Luft durch Rauch und Staub allein schon Unterschiede von mehr als 100% im Potentialgefälle hervorrufen.

Es kann deshalb nicht verwundern, daß Versuche, die Hölzl[1]) in Leipzig durchführte, um aus dem mittels eines Elektrometers gemessenen Potentialanstieg die erste Gewitterwirkung zu beobachten, keine gleichmäßigen, einwandfreien Resultate ergaben. Als Zeichen des Eintreffens des Gewitters am Beobachtungsorte wurde der Regenbeginn angenommen. Die Zeit zwischen beiden Beobachtungen war außerordentlich schwankend, und zwar von 3 Minuten bis zu 2 Stunden.

Es scheint mit Hilfe dieser Methode eine selbst kurzfristige Gewittervorhersage mit einiger Sicherheit kaum möglich, da Ferngewitter teilweise schon innerhalb 20 km (der maximalen Hörweite des Donners), sicher aber von 25 km aus keinen Einfluß mehr auf das Potentialgefälle hatten. Der Donner würde also eine bessere Vorhersage geben.

Statistik. Daß im Laufe der Jahrhunderte entgegen anderen allgemein verbreiteten Ansichten keine wesentliche Änderung in der Zahl der Gewitter eingetreten ist, zeigen Zahlen über die Gewitterhäufigkeit in Zürich[2]). Die Zahl der Gewitter betrug im Zeitraum von

1683—1718 im Jahresmittel	14,8	1861—1880 im Jahresmittel	16,4
1821—1840 „ „	15,1	1901—1918 „ „	18,3

Ein sicheres Kriterium dafür, daß tatsächlich nur geringe Schwankungen in der Zahl der Gewitter bzw. der Blitzschläge aufgetreten sind, geben jedoch nur diejenigen Statistiken, die sich auf Zahlen aufbauen, für die sich die Sicherheit der Ermittelung nicht geändert hat.

Das ist wohl anzunehmen bei der preußischen Statistik über Todesfälle durch Blitzschläge, gemäß deren auf 1 Million der Bevölkerung in den Jahren

1854—1858	4,5	1891—1895	5,2
1869—1873	3,8	1896—1900	4,6
1874—1878	4,5	1901—1905	3,9
1876—1880	4,6	1906—1910	4,5
1881—1885	5,8	1911—1913	3,5
1886—1890	5,6		

Tötungen entfallen.

Eine gleichmäßige Aufzeichnung ist auch anzunehmen bei den Bränden. Die Zahl der zündenden und der nichtzündenden Blitzschläge auf 100000 Gebäude belief sich in Bayern in den Jahren

	zündende Blitzschläge		nichtzündende Blitzschläge	
	Land	Stadt	Land	Stadt
1885—1890	6,5	0,98	11,3	6,8
1890—1895	7,1	0,64	11,7	6,5
1895—1900	7,1	1,1	14,7	6,7
1900—1905	8,1	0,98	16,6	10,6
1905—1910	7,8	1,1	22,0	14,0
1910—1915	7,5	1,3	21,1	16,2

Die viel verbreitete Ansicht, die Zahl der Gewitter hätte in den letzten Jahrzehnten eine Steigerung erfahren, ist also wohl im wesentlichen auf die bessere statistische Erfassung der Blitzschläge und in manchen Gebieten auf eine Herabsetzung der Entschädigungsgrenze bei den Versicherungsanstalten zurückzuführen.

[1]) Alfr. Hölzl, Ann. Phys. R 4, Bd 60, S 521. — [2]) Schweiz. Bauztg. Bd 73, S 28.

Alphabetisches Namenverzeichnis.

ä, ö, ü und ae, oe, ue mit stummem e gelten in der Ordnung für a, o, u.

Alphabetisches Sach- und Ortsverzeichnis.

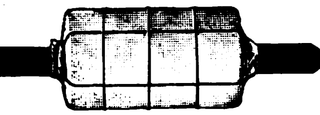
Berichtigung.

S. 19, Zeile 4 von unten lies Ziekursch u. Kauffmann.
S. 76, Literaturnote [18]) lies E. Philippi.
Im Abschnitt Verteilungssysteme, S 55 bis 59, sind die Bezugsnummern von [3]) an um 1 zu erniedrigen, damit sie mit den Nummern der Literaturnoten auf S 59 übereinstimmen.

Elemente u. Batterien

jeder Art, sowie







Kohlenbeutel, Zinkzylinder

und **alle** sonstigen **Ersatzteile** für sämtliche Element-Typen in erstklassiger Ausführung.

Alleinberechtigte Fabrikanten der gesetzlich geschützten

Original-Naßtrockelemente

in der Praxis bei allen Anlagen glänzend bewährt. Man achte auf die Schutzmarke. Nachahmungen und Fabrikate mit ähnlich klingenden Namen weise man, da minderwertig, zurück.

Beutel-Elemente jeder Art setzt man am vorteilhaftesten mit den gesetzlich geschützten

Kein Verschütten von Salmiak

*



Keine zu schwachen oder zu starken Lösungen

*

N-E-W-Erreger-Tabletten

(aus reinem Salmiak gepreßt) an. Durch immer gleiche Dosierung wird stets die richtige Lösung erreicht und damit eine vollkommen gleichmäßige Stromabgabe erzielt. Das vorzeitige Zerfressen der Zinke ist bei Verwendung von N-E-W-Tabletten ein für allemal ausgeschlossen.

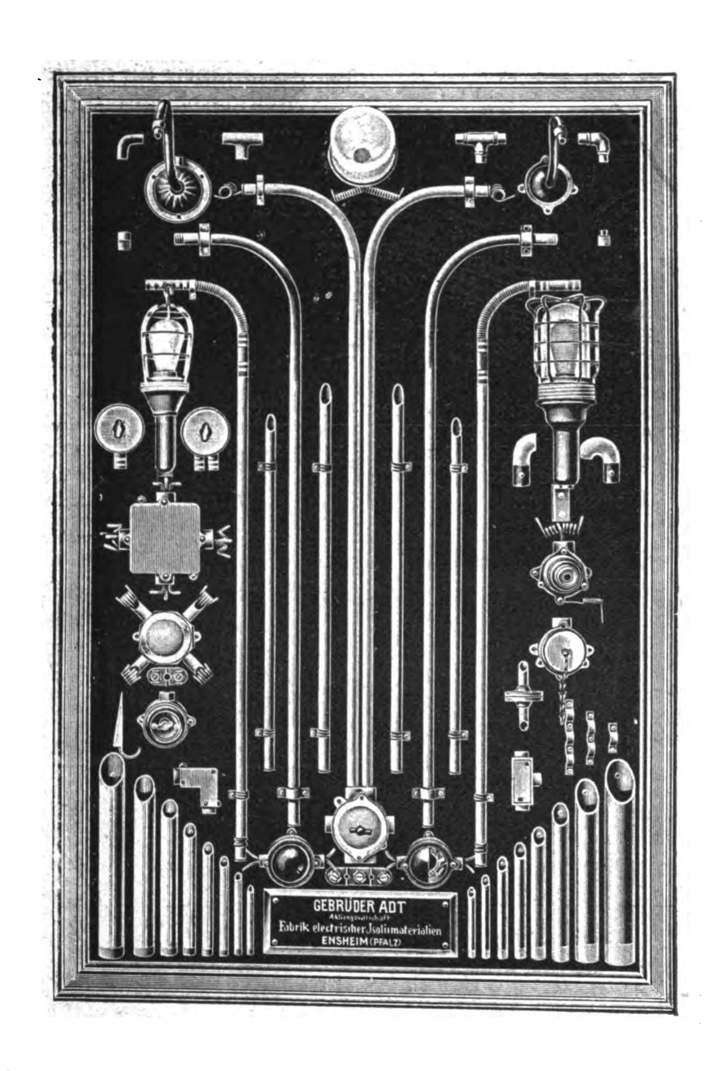
Neue Element-Werke, Gebr. Haß & Co.

Berlin N 24, Friedrichstraße 105a (25)


C. LORENZ
AKTIEN-GESELLSCHAFT
TELEPHON- UND
TELEGRAPHENWERKE
EISENBAHNSIGNAL-
BAUANSTALT.
BERLIN-TEMPELHOF
LORENZWEG.
C. LORENZ AKTIENGESELLSCHAFT
BERLIN-TEMPELHOF

(11)


Sehr Stossfest ist diese Lampe
RADIUM
SPIRAL-DRAHTLAMPE
Radium Elektrizitäts-Gesellsch. m.b.H.
WIPPERFÜRTH (RHLD.)


GEBRÜDER ADT
Fabrik electrischer Jsoliermaterialien
ENSHEIM (PFALZ)



LLOYD
DYNAMO-
WERKE A/G.
BREMEN
0,5-3000 KW.
ELEKTROMOTOREN
DYNAMOMASCHINEN
MOTOR-GENERATOREN
EINANKER-UMFORMER
ELEKTR. HAND-BOHRMASCHINEN


FELTEN & GUILLEAUME
CARLSWERK ACT. GES.
CÖLN-MÜLHEIM
Drähte
aller Art
Kabel u. Leitungen
in jeder Ausführung
Kabelzubehörteile
Verlegung ganzer
Kabelnetze (28)
F. G.
NEPTUN
F. G.
NEPTUN
2011


UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 111811144